COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Note accompagnant la présentation d'un ouvrage intitulé :* Anatomie et physiologie comparées des tissus et des sécrétions (1); *par* **M. Ch. Robin.**

« L'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient la suite du travail dont je lui ai fait hommage l'an dernier, et qui était relatif à la structure et aux autres caractères des parties constituantes élémentaires des êtres organisés. Le sujet de celui-ci est l'étude des divers modes d'arrangement réciproque ou *texture* offerts par ces éléments anatomiques dans les parties complexes ou tissus que forment plusieurs de leurs espèces, en s'associant dans un ordre défini. Comme dans la description des éléments anatomiques, l'examen des caractères propres aux tissus et aux humeurs, et celui de leurs propriétés, a été ici étendu à ce qu'ils offrent de commun dans l'ensemble des animaux. Si l'on excepte les tentatives remarquables de de Blainville et de Heusinger, ce genre de recherches avait presque toujours été borné à l'étude des tissus de l'homme, malgré

(1) Paris, 1869, in-8°.

l'intérêt scientifique que présente leur comparaison dans les diverses classes du règne animal.

» Cette comparaison n'a pas été établie uniquement entre ces parties envisagées à l'état normal et aux principales périodes de leur évolution; mais elle a été poursuivie jusqu'à l'examen des diverses manières, d'après lesquelles les tissus morbides dérivent des tissus normaux, et ce travail se termine par la comparaison des premiers aux seconds.

» Il est nécessaire d'ajouter ici quelques mots sur les principes qui m'ont guidé dans cette comparaison. On sait qu'il n'est aucune investigation scientifique, de quelque ordre qu'elle soit, qui se borne à l'observation pure, toute observation entraînant au moins les rudiments d'une comparaison entre les diverses faces d'un objet ou les phases successives d'un phénomène, et cela sans parler des cas si nombreux dans lesquels doit intervenir l'expérimentation. Mais on sait de plus que c'est dans les investigations biologiques que l'emploi de la comparaison acquiert son plus haut degré de développement. Ici les comparaisons doivent être poursuivies méthodiquement sous divers aspects, tant au point de vue anatomique et biotaxique, que sous le rapport physiologique. On peut les rapporter à cinq chefs principaux, susceptibles d'être classés dans l'ordre de leur enchaînement naturel et de leur valeur scientifique croissante.

» En premier lieu, tout être, toute partie simple ou composée, tout phénomène organiques doivent être comparés avec eux-mêmes de tel moment de leur existence à tel autre l'ayant précédé ou à quelque autre observé consécutivement. Ce motif essentiel de comparaison est celui qui nous donne la notion d'évolution, composée elle-même de diverses phases, qui, dans l'ordre statique, marquent des termes ou âges plus ou moins caractérisés. Cette comparaison d'une partie avec elle-même est la plus élémentaire, la plus simple qu'on puisse concevoir. C'est pourtant celle qui donne le plus sûrement une idée nette du procédé comparatif, celle en l'absence de laquelle aucune des autres n'offre de base solide, celle qui seule leur permet d'acquérir leur étendue et leur fécondité. C'est elle qui, détachée du reste de la biologie avec un certain nombre de données anatomiques et physiologiques, a servi de base à l'institution de l'embryogénie.

» Le cercle des comparaisons biologiques se ferme à l'aide d'un terme complémentaire, nécessaire dans la majorité des cas, lié au fond avec le premier, et qui comprend la comparaison des états accidentels ou morbides et tératologiques des êtres, de leurs parties et de leurs actes, à leurs états normaux, en prenant pour point de départ l'un quelconque ou la totalité

des aspects généraux sous lesquels doit être poursuivie la comparaison biologique.

» Ainsi le cycle des modes de la comparaison est clos par celui qui embrasse les relations établies entre les cas anormaux soit naturels ou tératologiques, soit accidentels ou pathologiques, avec les phénomènes normaux d'une part, et les uns avec les autres d'autre part. Il se lie au premier en ce qu'il nous montre l'excès ou les aberrations dont l'examen des parties et des actes suivant les âges nous a fait voir l'ébauche, la persistance ou l'affaiblissement. Comme il s'agit *dans toute étude* des corps organisés d'objets en voie incessante de changements, ce mode de comparaison tend à mieux nous faire apprécier la nature de l'état moyen ou normal, en nous montrant l'un des extrêmes auquel peut atteindre tout état d'organisation et tout acte correspondant alors que l'autre terme, c'est-à-dire celui de leur début, nous avait été décelé par l'investigation embryogénique suivie de celle des premiers âges.

» Mais il est facile de comprendre que nulle étude des états accidentels n'a de valeur quelconque si elle ne s'appuie sur la comparaison préalable parfaitement établie des modifications régulières successivement présentées pendant la série naturelle des âges. Chaque partie, comme chaque être, parcourt en quelque sorte, pendant la durée de son existence évolutive, une courbe d'abord ascendante, qui, après avoir atteint son summum, devient descendante jusqu'à son autre extrémité que marque la mort. Cette courbe diffère de l'une à l'autre des parties comme de l'un à l'autre des organismes que celles-ci constituent, et la vie comme l'organisation communes ne sont que les résultantes de l'organisation et de la vie de chacune des premières. Or, les anomalies, comme les modifications morbides anatomiques et fonctionnelles, marquant l'excès, la diminution ou l'aberration, représentent en quelque sorte autant de points singuliers de cette courbe, déviations qui correspondent à autant de changements de la constitution et des actes organiques naturels et dont manifestement la nature ne saurait être saisie sans une connaissance exacte des états et des actes normaux dont la série ou la succession représente cette courbe.

» C'est ainsi que la science passe rationnellement de la considération de l'état normal, indispensable d'abord à la pathologie humaine, par la pathologie comparative, dont l'étude, plus minutieuse encore que celle de l'état sain, devra conduire à en perfectionner les lois en étendant leur portée primitive. Du reste, la pathologie comparative achève et complète l'ensemble de nos moyens d'exploration biologique, au même titre que l'examen patholo-

gique complète sur certaines questions les enseignements de l'expérimentation proprement dite. Souvent, à cet égard, l'extension de l'étude des caractères normaux de bien des tissus, jusqu'à l'observation de leurs états morbides, est indispensable. Il ne saurait en être autrement, dès l'instant où il s'agit de juger les dispositions et les mouvements d'une substance en voie incessante de changements, dont, par suite, l'état intermédiaire ou normal ne saurait être bien déterminé qu'après l'examen des états extrêmes, tant originel que d'aberration morbide ou accidentelle.

» Sans appartenir comme partie constituante à la biologie abstraite, la pathologie comparative est, au contraire, au point de vue scientifique et de la prévoyance des phénomènes, l'une des applications concrètes de la biologie, constituant la base rationnelle, indispensable, de l'art médical envisagé dans sa plus complète extension.

» On voit comment l'anatomie et la physiologie pathologiques ne constituent en fait qu'une suite de ces mêmes sciences envisagées non plus au point de vue des lois naturelles, mais sous celui de leurs applications à nos besoins, car la pathologie repose essentiellement sur la comparaison des organes et des actes, non plus essentiellement avec leurs analogues dans une autre espèce animale, mais avec eux-mêmes dans une succession de conditions nouvelles, anormales ou accidentelles. Les dissemblances alors constatées exigent, pour être bien appréciées, la connaissance de ces parties et de ces actes acquise tant par leur observation proprement dite que par leur comparaison avec eux-mêmes, à l'état normal, dans les conditions dites d'âge ou d'évolution, qui ne sont autres que les manières d'être qu'elles traversent successivement. Dans ces deux ordres de cas, en effet, l'un normal et l'autre accidentel, l'élément anatomique, les humeurs, etc., et les actes qu'ils accomplissent, ne se retrouvent jamais absolument semblables à eux-mêmes; car, en raison des phénomènes de rénovation moléculaire incessante, ils changent un peu à chaque instant, soit de forme, soit de volume, soit dans leur structure, etc., et cela aussi bien pendant la durée de leur existence à l'état sain, que pendant celle de leurs modifications morbides.

» La pathologie ou histoire non naturelle considérée dans son ensemble, et par suite toutes les subdivisions, ne sont donc en fait et au point de vue de la méthode, que l'une des formes de l'anatomie et de la physiologie comparatives, celle dans laquelle les parties sont spécialement comparées à leurs homonymes, non plus pendant la durée de leurs manières d'être naturelles, mais au contraire accidentelles.

» Ainsi, loin d'être une science indépendante et autonome, la pathologie dépend de l'étude des êtres envisagés à l'état normal, non-seulement parce que le sujet reste le même, les états qu'il peut offrir étant seuls changés, mais aussi parce qu'elle repose essentiellement sur la comparaison du dérangement à l'arrangement, c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur celui des modes d'investigation scientifique que la biologie développe le plus.

» La pathologie se constitue donc par des comparaisons de deux ordres, savoir par celle des parties lésées et de leurs actes aux parties saines et aux actes normaux homonymes, c'est-à-dire aux mêmes parties et aux mêmes actes antérieurement observés à l'état normal ; puis par celle de ces parties modifiées et de leurs actions avec elles-mêmes pendant la durée de ces changements accidentels.

» En ce qui touche la médecine humaine particulièrement, comparaison de l'homme avec lui-même à l'état sain et à l'état morbide et comparaison de l'homme avec les animaux constituent deux ordres de recherches distincts par les êtres ou par les états de ceux-ci sur lesquels portent nos investigations, mais la méthode reste la même dans l'un et l'autre cas.

» C'est ainsi que la pathologie est dite à juste titre cette portion de la biologie concrète qui traite de la comparaison des états morbides aux états sains; et que l'anatomie pathologique en particulier n'est qu'un des modes de l'anatomie comparative, celui dans lequel on compare les états accidentels des parties, tant avec leurs semblables à l'état normal qu'avec elles-mêmes aux diverses phases de leur évolution morbide; et dans cet ordre de choses, ce qui est difficile ce n'est pas l'anatomie et la physiologie pathologique, mais bien l'étude de l'état normal. Je n'ai pas besoin de montrer dans cette Assemblée comment il arrive que vouloir donner une autonomie dogmatique à l'examen des dérangements organiques et fonctionnels en dehors d'une liaison incessamment établie entre ceux-ci et l'état normal conduit à une telle confusion entre les objets les plus disparates et à une nomenclature si pleine d'arbitraire dans la désignation de ces objets, qu'elles justifient tout à fait l'éloignement qu'inspirent des études aussi peu rigoureuses aux savants qui, après s'être inspirés des méthodes que nous donnent la physique, la chimie, etc., cherchent à étendre leurs connaissances jusque-là. Et cependant lorsqu'on voit avec quelle netteté on peut spécifier comment chaque tissu morbide dérive d'un tissu normal, quelles sont les diverses formes d'altérations que ceux-ci peuvent offrir, et qui constituent autant de maladies de chacun d'eux, dont on peut saisir les phases évolutives en se reportant à chaque pas vers les périodes du déve-

loppement normal, on ne peut que s'étonner de voir si souvent repoussées systématiquement les règles qui conduisent à déterminer la nature des produits pathologiques par leur comparaison aux tissus ou aux humeurs sains dont ils proviennent. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles remarques sur les erreurs systématiques des déclinaisons fondamentales; par* **M. FAYE.**

« On ne se fait pas généralement en France une juste idée du degré de précision auquel les observations méridiennes peuvent et doivent prétendre : quelques personnes très-compétentes considèrent même la précision d'une seconde d'arc comme un *nec plus ultra* devant lequel il ne reste qu'à s'incliner. Il n'en est pas ainsi : la précision des positions absolues pourrait aller au dixième de seconde s'il ne restait à lever certains obstacles qui ne sont nullement insurmontables. Il s'agit ici d'un progrès sérieux à accomplir.

» C'est l'étude de ces obstacles dont je m'occupais, il y a vingt ans, dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, et que de récentes recherches de M. Bakhuyzen viennent de tirer inopinément de l'oubli. Comme depuis cette époque les observations méridiennes n'ont subi aucune modification essentielle, et comme on se plaint toujours des mêmes erreurs systématiques, il se trouve que mes réflexions de 1850 ont encore un caractère d'actualité. L'Académie voudra-t-elle me permettre de revenir sur ce sujet, non pour une vaine satisfaction personnelle, mais pour tâcher d'être utile à la plus noble branche de l'astronomie d'observation.

» En 1850 je me disais : Nous avons des instruments admirables; les constantes employées dans le calcul des observations sont parfaitement connues, les erreurs personnelles des observateurs sont très-petites et très-faciles à déterminer ou à éliminer; les effets des ondulations ou des petits accidents atmosphériques s'éliminent d'eux-mêmes au bout d'un certain nombre d'observations; on pointe sur chaque étoile, dans les circonstances favorables, à $0'',1$ près : comment se fait-il donc que les Catalogues fondamentaux les plus estimés présentent des discordances systématiques relativement considérables? où est donc le vice caché de nos observations, de nos calculs? La même question est encore de mise aujourd'hui.

» Voici quelle était ma réponse en 1850. Il y a là deux causes permanentes d'erreurs systématiques :

» 1° L'étude incomplète des flexions;

» 2° L'effet des réfractions anormales dues à l'atmosphère propre de la salle d'observation, et à l'air confiné dans le tube de la lunette.

Flexions.

» Deux systèmes sont usités, celui du retournement combiné avec l'interversion de l'objectif et de l'oculaire (Struve) ou avec les observations par réflexion (Bessel), et celui des instruments non susceptibles de retournement, mais étudiés à l'aide d'observations d'étoiles vues par réflexion sur un horizon de mercure (Airy). Le seul terme de la flexion qu'on sache déterminer directement est celui qui est proportionnel au sinus de la distance zénithale; on cherche à éliminer les autres en bloc, par l'une ou l'autre des combinaisons ci-dessus. Ces moyens me parurent insuffisants.

» Le système que j'ai proposé en 1850 consiste à étudier à part les divisions dans la position horizontale, à représenter l'influence de la gravité sur l'ensemble de l'instrument, qu'il soit ou non susceptible de retournement (ce qui importe peu), par la série :

$$a_1 \sin z + a_2 \sin 2z + a_3 \sin 3z + a_4 \sin 4z + \ldots$$
$$+ b_1 \cos z + b_2 \cos 2z + b_3 \cos 3z + \ldots,$$

et enfin à déterminer les constantes $a_1, a_2, a_3, \ldots, b_1, b_2, b_3, \ldots$, non par des observations célestes, mais par des artifices optiques susceptibles d'une précision illimitée. Ces artifices ont été décrits dans mon Mémoire de 1850 (1).

---

(1) Mon idée était bien simple : avant de mesurer les angles célestes, assurez-vous sur des angles optiquement bien connus que votre instrument est juste. La mesure des flexions est en effet une question d'optique et non d'astronomie. Je n'ai aujourd'hui qu'une seule modification à indiquer.

Depuis l'époque où j'écrivais, la construction si parfaite des miroirs plans par les procédés de L. Foucault, permet, je crois, de remplacer avantageusement les niveaux extrêmement délicats qui entraient dans mes combinaisons par de simples miroirs en verre argenté. En effet, pour avoir la direction horizontale, c'est-à-dire $z = \pm 90°$, il suffit de placer devant l'objectif de la lunette un miroir à peu près vertical au-dessus d'un bain de mercure, puis de pointer un collimateur sur ces deux surfaces réfléchissantes : on rendra le miroir rigoureusement vertical en faisant coïncider les deux images du réticule obtenues par double réflexion, et on aura $z = 90°$ en pointant la lunette du cercle sur le miroir. Pour $z = \pm 45°$ ou $\pm 135°$, placer le miroir à 45° environ à l'aide de la lunette du cercle méridien, puis rectifier sa position au moyen de deux collimateurs pointés sur ce miroir, l'un vertical, l'autre horizontal. On sait qu'on a $z = 180°$ en pointant la lunette sur un bain de mercure. Eh bien! on aura tout aussi bien $z = 0°$, ce qu'on ne sait pas faire aujourd'hui encore, en pointant la même lunette sur un collimateur zénithal dirigé par le même procédé, c'est-à-dire

» Ce système n'a été adopté par personne. Voyons si l'on a bien fait de le négliger. Dans ces derniers temps, notre savant confrère M. Le Verrier nous a appris avec une légitime satisfaction que le Cercle de Gambey donnait exactement les mêmes résultats pour le nadir, soit par l'observation des fils réfléchis sur un bain de mercure, soit par l'observation des étoiles vues directement et par réflexion. Traduit algébriquement, ce beau résultat reviendrait à dire que la constante b est nulle dans la formule ci-dessus (les autres termes étant négligés). Or M. Le Verrier aurait obtenu la même chose, il y a longtemps, s'il avait bien voulu adapter pendant dix minutes un collimateur zénithal au-dessus du Cercle de Gambey; car, pour $z = 0$ (zénith), les deux premiers termes de la flexion se réduisent à $+ b$, et, pour $z = 180°$ (nadir), à $- b$. Il n'était donc nullement besoin d'observer les étoiles par réflexion pour s'assurer que $2b = 0$. De plus on aurait ainsi un résultat totalement indépendant des erreurs originales de la division et de la constante a, ce qui n'est pas le cas actuellement.

» De même à Oxford, où l'éminent Directeur, M. Main, a trouvé au contraire, par de longues séries d'observation, $1'',42$ de différence entre le nadir observé directement et le nadir conclu des étoiles réfléchies, on aurait trouvé immédiatement cette même constante, avec une certitude bien plus grande, par l'emploi de mon collimateur zénithal.

» Rien de plus simple que la disposition instrumentale: il suffit de mettre une lunette verticalement au-dessus de celle de l'instrument méridien, et d'interposer un instant un bain de mercure pour diriger la première sur le nadir. En pointant ensuite celle du cercle sur la lunette supérieure, brisée si l'on veut, pour plus de commodité, par un prisme objectif, on aura l'équivalent d'une étoile exactement située au zénith.

» Quant aux autres termes, il me suffira de rappeler que ni le retournement, ni l'observation du ciel réfléchi ne parviennent à les éliminer tous. Même en combinant ces deux procédés, il reste les sinus d'ordre pair dont on ne saurait se débarrasser.

» Mais ma grande objection contre les pratiques encore en vigueur, c'est que les observations d'étoiles réfléchies sont entachées de petites réfractions anormales tout à fait inextricables. Elles font en outre dépendre b de a; elles n'ont d'ailleurs en aucune façon la précision supérieure que donneraient les combinaisons purement optiques que j'ai proposées.

---

sur un bain de mercure placé un peu plus haut que le premier. On trouvera d'autres combinaisons dans le Mémoire susdit. (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 757 et suiv.)

» Je crois donc être autorisé à dire que l'étude des flexions n'est pas tout à fait aussi complète qu'elle pourrait l'être, et j'ajoute que l'emploi des observations par réflexion introduit un genre d'erreur particulier et fort complexe dont nous allons nous occuper.

Réfractions anormales.

» Commençons par l'air renfermé dans les lunettes elles-mêmes. J'ai été mis sur la voie par une très-curieuse observation de M. Airy à Cambridge. Imaginons une petite différence de température de 0°,1, par exemple, entre la face supérieure et la face inférieure d'une lunette, et admettons que l'air renfermé dans ce tube se dispose régulièrement en couches parallèles à l'axe, de manière que la température y varie régulièrement d'une couche à l'autre.

» Un calcul bien simple montre qu'un rayon de lumière pénétrant dans la lunette parallèlement à ces couches sera réfracté, et que, au lieu de s'y propager en ligne droite, il prendra la forme d'un arc de cercle dont les tangentes extrêmes comprendront un angle de 0″,5 pour une lunette de longueur ordinaire. J'ai montré que ce cas s'est présenté dans toute sa pureté dans les collimateurs horizontaux du cercle méridien d'Ertel, à Poulkowa : leurs directions étaient altérées, de ce fait seul, d'environ 2 secondes (1). Les niveaux, naturellement, n'accusaient rien, et le retournement aurait atténué, mais non supprimé l'effet. Dans les observations ordinaires, l'effet en question se réduit beaucoup, parce que les couches d'air de températures variables ne se disposent pas régulièrement suivant l'axe plus ou moins incliné d'un tube qui change souvent de direction.

» Je crois que mes remarques à ce sujet ont contribué à appeler l'attention des constructeurs de grands télescopes sur l'influence si nuisible de l'air confiné en couches d'inégales densités dans les tubes de ces instruments. C'est du moins ce que me disait M. Foucault.

» Viennent les réfractions dues à l'atmosphère de la salle quand la température diffère de celle de l'air extérieur. C'est ici la question que M. Bakhuyzen a examinée ; je ne saurais mieux faire que de lui laisser la parole :

---

(1) Ces collimateurs reposent à poste fixe sur des piliers en maçonnerie dont la température propre réagit sur celle des tubes, et peut produire, dans l'air de ces mêmes tubes, des variations de température plus fortes que celle qui a été supposée quelques lignes plus haut dans le texte.

« Quand on compare les déclinaisons obtenues avec différents instruments ou différentes méthodes, on y trouve très-souvent des différences trop fortes pour pouvoir être attribuées à des erreurs accidentelles d'observation et dont la source a été cherchée en vain dans la flexion de la lunette.

» Ces discordances se manifestent de la manière la plus claire dans les observations directes de Greenwich comparées aux observations faites par réflexion sur un bain de mercure. Airy a publié à ce sujet, dans le XXXIIe volume des *Memoirs of the R. Astr. Society*, un très-intéressant travail.

» Faye, qui avait étudié de près cette question dans le XXIe volume des *Comptes rendus*, p. 401, 635 et 757, attribue ces discordances aux réfractions qui se produisent dans la salle et dans le tube même des lunettes; ses calculs montrent que ces causes rendent compte effectivement de ces discordances jusqu'alors inexpliquées. Airy a adopté lui-même cette opinion.

» Il ne m'a pas paru inutile de revenir sur les recherches de Faye et de soumettre de nouveau la justesse de sa théorie à l'épreuve des faits, d'autant plus que, depuis 1850, date du Mémoire de Faye, Greenwich a publié de nombreuses séries d'observations faites avec le nouveau cercle méridien, séries où l'on peut trouver d'amples matériaux pour cette recherche.

» Toutefois, dans cette vérification de la théorie par les observations, j'ai adopté une marche toute différente de celle de Faye... »

» La marche adoptée par M. Bakhuyzen a été indiquée sommairement dans ma Note de lundi dernier; quant aux résultats de ses recherches, en voici le résumé :

» 1° La réfraction des rayons lumineux dans la salle d'observation a une influence très-marquée sur l'observation des distances zénithales;

» 2° Cette réfraction est en rapport direct avec les différences de température des dernières couches de l'air extérieur et de l'air voisin de l'oculaire, couches séparées par une surface réfringente dont la figure dépend de la forme de la salle et de la grandeur et de l'ouverture des fenêtres ou des trappes;

» 3° La grandeur de cette réfraction et la forme de cette surface de séparation des deux milieux peut être déterminée par les distances zénithales d'une étoile observée dans deux cas : d'abord quand l'excès de la température extérieure sur la température intérieure est positif, puis quand cet excès est négatif;

» 4° Ce genre de réfraction est la cause des discordances qui existent à Greenwich entre les observations directes et les observations par réflexion;

» 5° Pour éviter, dans les déclinaisons ou les latitudes, des erreurs capables de s'élever à $0'',5$, il faut, ou supprimer cette cause d'erreur dans la salle même, ou la déterminer par le calcul. Cette cause d'erreur influe surtout sur les constantes des phénomènes à période annuelle, telles que les déclinaisons du Soleil, l'aberration, la parallaxe, etc. (1). »

» On peut voir, dans le *Compte rendu* de la dernière séance, le tableau

---

(1) *Astronomiche Narchrichten*, n°s 1720, 1721.

de la comparaison des distances polaires de α Petite Ourse, qui montrent si nettement l'influence de cet excès de température; mais, en examinant le tableau dressé par M. Backhuyzen, j'ai rencontré une coïncidence très-remarquable qui m'a paru devoir apporter dans cette question délicate une simplification pratique tout à fait inattendue, simplification qui manquait à mon travail de 1850. Pour faire disparaître entièrement toute discordance systématique entre ces belles mesures, il suffit en effet, comme on l'a vu dans le dernier *Compte rendu*, de substituer le thermomètre intérieur au thermomètre extérieur pour le calcul de la réfraction ordinaire.

» Au lieu de considérer une limite idéale entre l'air extérieur et l'atmosphère de l'instrument, et d'en déterminer la forme éminemment variable, il suffit donc de mesurer directement la température de la dernière couche d'air que le rayon lumineux a traversée, et pour cela de suspendre dans le courant d'air intérieur de la salle un ou deux thermomètres ordinaires de chaque côté du zénith (1). Les observations astronomiques sont aujourd'hui assez précises pour qu'on puisse renverser le problème de la réfraction; celles de Greenwich donnent très-bien la température qui leur est applicable, et il se trouve que c'est celle de la dernière couche que la lumière a traversée. Il suffira donc de quelques essais effectués dans des circonstances extrêmes pour s'assurer de la place où les thermomètres devront être disposés : ces thermomètres serviront ensuite pour le calcul ordinaire de la réfraction.

» Il est bien évident que l'exactitude sera d'autant plus grande que la différence des températures sera plus petite; mais il est une région sur laquelle on ne parviendra jamais à opérer avec une pleine sécurité, c'est celle des couches d'air qui reposent sur le sol même de la salle. Il serait donc prudent de renoncer aux observations par réflexion, à moins d'employer une lunette à prisme objectif tournant autour de son axe; cette combinaison amènerait tous les rayons stellaires directs ou réfléchis à aboutir presque au même point, là où serait placé le thermomètre lui-même. Malheureusement ce dispositif donnerait lieu à de sérieuses difficultés d'un autre genre.

» Je me résume en conseillant :

» 1° L'étude des divisions du cercle dans la position horizontale;

» 2° L'étude complète de la flexion par des procédés optiques indépendants des observations ordinaires;

(1) En les soustrayant autant que possible aux radiations parasites.

» 3° Le calcul de la réfraction par des thermomètres intérieurs convenablement placés (1);

» 4° L'abandon des observations d'étoiles par réflexion sur un bain de mercure.

» Le résultat sera, si je ne me trompe, de faire disparaître les erreurs systématiques de nos Catalogues d'étoiles fondamentales, quel que soit l'observatoire où leurs positions aient été déterminées.

» Restera-t-il pourtant, dans quelques cas particuliers, des traces de ces influences purement locales dont plusieurs de nos confrères se sont préoccupés dernièrement? Si le sol présentait quelques dénivellations, si des bâtiments voisins modifiaient la température de l'air à quelque distance, les réfractions astronomiques en seraient-elles altérées? L'étude de trajectoires lumineuses, conduites plus ou moins près du sol dans la direction méridienne entre des points d'altitude connue, donnerait la réponse à la première question; en observant des étoiles zénithales à diverses distances des bâtiments dont l'influence est soupçonnée, on résoudrait la seconde. J'avoue que ces petites causes me semblent avoir le plus ordinairement une sphère d'action très-limitée. Il en serait autrement peut-être du voisinage de la mer ou de hautes chaînes de montagnes, et l'on pourra utilement consulter, pour le premier cas, un travail de M. Stone sur les observations faites en Australie, comparées avec celles de Greenwich. »

« **M. Le Verrier** exprime la satisfaction que lui a fait éprouver la Note insérée par M. Faye au *Compte rendu* de la dernière séance et les développements dans lesquels il est entré aujourd'hui.

» Voilà donc supprimée encore une de ces objections fondées sur des causes *occultes* et qu'on accumule à plaisir autour de l'Observatoire dans le but avoué de le détruire. Mais on n'établit rien, on ne prouve rien, même par à peu près; on s'en tient à des assertions gratuites qui s'évanouissent une à une à mesure qu'on les examine, qu'on les serre de près et qu'on les fait passer au creuset inexorable des données numériques.

» M. Le Verrier est complétement d'accord avec M. Faye sur ce point particulier, que l'emploi du bain de mercure n'est pas nécessaire pour étudier les instruments et obtenir de bonnes déclinaisons des étoiles : il l'a dit dès l'origine des discussions. Il est heureux d'entendre M. Faye prêter de nouveau l'autorité de sa parole à une vérité reconnue par tous les Astro-

(1) L'égalisation des températures est depuis longtemps recommandée, surtout depuis Pond.

nomes sérieux. On sait qu'on ne fait point usage du bain de mercure dans le grand Observatoire de Poulkowa.

» Mais M. Faye va plus loin : il voit des inconvénients dans l'emploi des étoiles vues par réflexion sur le bain de mercure. Notre savant confrère préfère de beaucoup l'emploi des collimateurs pour étudier les flexions. C'est chez lui une opinion fort ancienne et qu'il a déjà développée devant l'Académie. Ainsi s'expliquent les réserves faites par M. Faye quand il a pratiqué des observations avec le bain de mercure, réserves qu'on a voulu exploiter dans un sens qu'elles ne comportent pas. M. Faye est d'avis que, quelque bien organisé que soit un bain de mercure, l'emploi de collimateurs est préférable.

» M. Le Verrier accepte ces vues de son confrère, et s'il a cherché dans les derniers mois à perfectionner l'emploi du bain de mercure, ce à quoi il est certainement parvenu, ce n'était en aucune façon qu'il le crût indispensable. Mais on prétendait en tirer une grosse objection à l'endroit de la valeur de notre grand établissement national astronomique : il était utile d'enlever aux auteurs de ces plaintes même ce futile prétexte, et comme il y avait lieu de craindre qu'on ne pût pas compter sur leur zèle pour améliorer l'appareil, il a bien fallu le faire à leur place.

» Après avoir communiqué à l'Académie le résultat de ses expériences dans la séance du 25 janvier, M. Le Verrier a prié ses confrères de vouloir bien venir à l'Observatoire en prendre connaissance. Il a le regret de dire qu'aucun des auteurs des objections n'a pris souci de son invitation; mais il n'en a point été de même de la part d'un grand nombre de nos confrères qui sont venus, et à plusieurs reprises, vérifier la stabilité des images, et qui en ont rendu témoignage. Il importe de remarquer que, pour une telle vérification, il n'est nullement besoin d'être astronome de profession, et que les savants habitués à l'emploi du microscope, les physiciens, les zoologistes, les physiologistes, les botanistes sont parfaitement compétents. »

MÉCANIQUE. — *Note sur les valeurs que prennent les pressions dans un solide élastique isotrope lorsque l'on tient compte des dérivées d'ordre supérieur des déplacements très-petits que leurs points ont éprouvés*; par **M. de Saint-Venant.**

« M. Lévy, dans un Mémoire d'hydrodynamique sur lequel un Rapport a été fait aujourd'hui, a donné pour les composantes des pressions dans un liquide, calculées en prenant la même base que Navier, mais en pous-

sant plus loin que lui l'approximation, des formules nouvelles où il est tenu compte de ce qui vient des dérivées d'ordre supérieur des vitesses absolues de leurs molécules dans le développement des vitesses relatives d'éloignement ou de rapprochement de celles-ci, suivant les puissances des projections de leurs petites distances mutuelles.

» Il est facile de voir que des formules analogues, toujours linéaires, peuvent être données pour les pressions dans l'intérieur d'un solide élastique en ayant de même égard aux dérivées supérieures des déplacements absolus u, v, w de leurs points suivant les x, y, z dans le calcul des changements de grandeur Δu, Δv, Δw de leurs petites distances mutuelles projetées Δx, Δy, Δz, et des changements qui en résultent dans les intensités de leurs actions les uns sur les autres.

» Voici les formules auxquelles je suis arrivé, en poussant jusqu'au septième ordre, et en appelant :

» $N_1 = p_{xx}$ la composante, suivant les coordonnées x, d'une pression supportée par l'unité d'une face perpendiculaire aux x;

» $T_1 = p_{yz}$ la composante, suivant les z, de la pression sur l'unité d'une face perpendiculaire aux y;

» Δ_2 le symbole $\frac{d^2.}{dx^2} + \frac{d^2.}{dy^2} + \frac{d^2.}{dz^2}$:

» θ la somme $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$,

» $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$, des coefficients dépendant de la nature du corps :

$$\begin{aligned} N_1 = p_{xx} = {} & \varepsilon_0 \left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right) + \varepsilon_1 \left[2\frac{d^2\theta}{dx^2} + \Delta_2\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right)\right] \\ & + \varepsilon_2\left[4\Delta_2\frac{d^2\theta}{px^2} + \Delta_2\Delta_2\left(\theta, + 2\frac{du}{dx}\right)\right] \\ & + \varepsilon_3\left[6\Delta_2\Delta_2\frac{d^2\theta}{dx^2} + \Delta_2\Delta_2\Delta_2\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right)\right] + \ldots, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_1 = p_{yz} = {} & \varepsilon_0\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right) + \varepsilon_1\left[2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] \\ & + \varepsilon_2\left[4\Delta_2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] \\ & + \varepsilon_3\left[6\Delta_2\Delta_2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\Delta_2\Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] + \ldots. \end{aligned}$$

» J'ai obtenu ces formules des pressions en supposant le corps isotrope, et en opérant comme a fait Cauchy au volume de 1828 des *Exercices de*

Mathématiques, mais en définissant la pression sur une petite face, comme une résultante de toutes les actions moléculaires dont les directions traversent sa superficie.

» Ces formules serviront peut-être à expliquer des faits relatifs à certaines substances élastiques pour lesquelles le rapport entre les efforts et les effets varie plus rapidement lorsqu'on les comprime que lorsqu'on les étend, en sorte que les vibrations qui y seraient excitées augmenteraient leurs dimensions comme fait la chaleur, dont les effets de dilatation peuvent être attribués, comme j'ai eu l'occasion de le faire remarquer (*), à ce que les actions entre les derniers atomes suivraient une loi analogue. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur une Note de* M. Cloëz, *relative à la composition du salin de diverses plantes; par* **M. Eug. Peligot.**

« A l'occasion du travail que j'ai présenté à l'Académie dans sa dernière séance, M. Chevreul a cité des expériences faites par M. Cloëz sur plusieurs espèces de plantes cultivées comparativement au Muséum et dans un terrain situé au bord de mer, à l'embouchure de la Somme : l'analyse du salin provenant du chou marin et de la moutarde noire a établi que ces plantes contiennent une quantité de sel marin notablement plus considérable lorsqu'elles ont été cultivées dans un terrain salé.

» Ces résultats semblent contredire ceux que j'ai énoncés; aussi je ne puis me dispenser de dire mon sentiment sur la valeur qu'ils peuvent avoir dans la discussion des faits relatifs à l'absence des sels de soude dans les cendres de la plupart des végétaux.

» La contradiction n'est qu'apparente. D'après les analyses de M. Cloëz, les deux plantes qu'il a cultivées appartiennent au groupe des végétaux qui ont la faculté de s'assimiler le sel marin, de même que la betterave, la tétragone, la zostère, etc. Or des analyses nombreuses faites par M. Corenwinder sur les salins de betteraves provenant du département du Nord ont montré que ces salins, lorsqu'ils sont extraits de plantes cultivées avec des engrais riches en sel marin, contiennent en moyenne 40 pour 100 de sels de soude, tandis que ceux qui proviennent du département du Puy-de-Dôme, dont le terrain est riche en potasse et pauvre en soude, ne renferment que 15 pour 100 de ces mêmes composés salins. Les expériences de M. Cloëz confirment donc ce fait que les plantes salifères absorbent une quantité

(*) *Société Philomathique*, 29 octobre 1855.

de chlorure de sodium qui varie en raison de la nature du terrain dans lequel elles se sont développées.

» Mais la question n'est pas là : pour infirmer les résultats que j'ai cherché à mettre en relief, il faudrait démontrer que les plantes dont les cendres sont, d'après mes expériences, exemptes de sels de soude, telles que le froment, l'avoine, la pomme de terre, le tabac, etc., cultivées comparativement au Muséum et dans les terrains salés de Haulebut et du Hourdel, contiennent des quantités sensibles de ces sels lorsqu'elles proviennent de ces dernières localités. J'espère que M. Cloëz profitera de la saison prochaine pour continuer ses expériences, et qu'il voudra bien en communiquer les résultats à l'Académie. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Quelques remarques sur l'anatomie comparée des plantes, à l'occasion de deux Mémoires de* M. Van Tieghem (deuxième Partie); *par* **M. A. Trécul.**

« J'ai discuté, dans ma dernière communication, les assertions de M. Van Tieghem concernant la structure des racines et des tiges. Jetons maintenant un coup d'œil sur ce qu'il pense de la symétrie anatomique des feuilles. Cet examen nous conduira à la discussion du Mémoire de 1867, qui traite de la constitution du pistil.

» Suivant ce botaniste, « dans toute la série des végétaux appendiculés, » la feuille n'a ses faisceaux disposés et orientés symétriquement que par » rapport *au plan* qui contient l'axe de symétrie de la tige et le rayon d'in- » sertion (p. 154 de ce volume). »

» Si dans la feuille on ne considérait que l'insertion, cette définition suffirait *peut-être*. Mais notre botaniste veut retrouver cette symétrie même dans les pétioles cylindriques. Pourtant, dans maints pétioles (ceux de quantité d'Araliacées, etc.), les faisceaux ont une orientation symétrique, par rapport à une ligne axile, tout aussi parfaite que les faisceaux des tiges les plus régulièrement cylindracées. Il en est de même dans la partie tubuleuse de la feuille de l'*Allium Cepa* et dans beaucoup d'autres feuilles, dont quelques nouveaux exemples seront cités plus loin.

» Donc, si les faisceaux de la feuille ont la même constitution que ceux de la tige, s'ils n'en sont que les terminaisons, ce que l'auteur reconnaît; si, d'un autre côté, ils peuvent avoir la même orientation et la même disposition, ce que les exemples que je viens de citer et beaucoup d'autres encore mettent hors de doute, comment M. Van Tieghem peut-il avoir la

prétention de distinguer, par cette disposition et par cette orientation, ce qui, dans le pistil, est de nature axile ou appendiculaire? C'est cependant sur cette prétendue distinction de l'axe et de l'appendice, par un critérium tout à fait imaginaire, qu'est fondée l'argumentation entière de son Mémoire sur la structure du pistil, dont je vais m'occuper maintenant.

» Quatre opinions relatives à la constitution du pistil ont divisé les botanistes modernes :

» 1° Les uns croient que chaque carpelle est formé par une feuille pliée longitudinalement sur sa face supérieure, et que les ovules naissent des bords de cette feuille.

» 2° D'autres pensent que chaque bord de la feuille est accompagné d'un faisceau fibrovasculaire qui prolonge l'axe, et duquel partent les vaisseaux qui se rendent aux ovules.

» 3° Quelques-uns, tout en admettant la nature foliaire des ovaires supères en général, soutiennent que certains ovaires, surtout parmi les infères, sont constitués par un prolongement de l'axe évidé et disposé pour recevoir les ovules.

» 4° Il y a des botanistes qui regardent tous les ovaires en général comme des modifications de l'axe.

» De ces quatre opinions quelle est la bonne? L'une d'elles est-elle vraie à l'exclusion de toutes les autres?

» Voyons s'il y est réellement parvenu.

« Partout donc, dit-il, où un certain nombre de faisceaux tous sembla-
» bles, tous orientés de même, avec leurs trachées en dedans, seront rangés
» *en cercle* autour d'une *moelle homogène*, nous reconnaîtrons dans ce sys-
» tème un axe; mais qu'une scission du parenchyme se fasse entre les fais-
» ceaux, que leur orientation normale s'altère, que leur disposition *circu-
» laire* soit détruite, que toutes ces choses arrivent à la fois, *ou qu'une seule
» se produise*, nous devons déclarer, quelles que soient d'ailleurs la direction
» de ces faisceaux et les liaisons parenchymateuses qui continuent à les
» réunir, qu'ils sont appendiculaires, et qu'ils le sont à partir du point où
» le premier de ces changements dans l'ordre primitif s'est manifesté. »

» Cette définition de l'axe et de l'appendice a-t-elle bien l'exactitude que lui suppose son auteur? Assurément non. En effet, n'est-il pas évident que l'exigence, pour caractériser l'axe, de faisceaux tous semblables, tous orientés de même, avec leurs trachées en dedans, rangés *en cercle* autour d'une moelle *homogène*, n'est-il pas évident, dis-je, que cette disposition ne

convient pas au système axile de la plupart des Monocotélydones, qui présente des faisceaux épars en plus ou moins grand nombre dans le centre de l'axe? Il y a plus, ce prétendu critérium ne s'applique pas davantage à un certain nombre de Dicotylédones, telles que les Nymphéacées, les Pipéracées, quelques Araliacées, etc., qui n'ont pas de moelle homogène, des faisceaux étant dispersés dans le centre de la tige.

» N'est-il pas manifeste aussi que les rameaux déprimés, comme ceux de diverses plantes appartenant aux genres *Phyllocactus*, *Epiphyllum*, *Rhipsalis*, *Xylophyllum*, *Coccoloba*, etc., n'ont pas tous leurs faisceaux *en cercle* autour d'une moelle?

» Dans le *Phyllocactus guyanensis* et le *Rhipsalis ramulosa*, par exemple, les faisceaux ne sont ni tous semblables ni tous rangés autour d'une moelle centrale; il n'existe dans la région moyenne de leurs rameaux largement déprimés qu'un petit axe fibrovasculaire composé de plusieurs faisceaux disposés autour d'un centre médullaire, il est vrai; mais cet axe, accompagné de tous les faisceaux qui en partent latéralement, et qui se répandent dans le parenchyme, où ils se ramifient et s'anastomosent à la manière des nervures des feuilles, rappelle bien plus la nervure médiane de certaines feuilles qu'une tige véritable. Il est, en effet, quantité de nervures médianes dans lesquelles des faisceaux vasculaires sont disposés autour d'une moelle, et dans un assez grand nombre de pétioles ils le sont avec beaucoup de régularité (*Fatsia japonica*, *Panax Lessonii*, etc.).

» Les rameaux déprimés des *Xylophyllum* sont aussi fort remarquables. Leur aspect extérieur est celui de feuilles; ils sont caducs comme celles-ci, et parcourus longitudinalement par un tout petit axe fibrovasculaire, qui a aussi quelques faisceaux autour d'une moelle étroite, laquelle rappelle autant celle de certaines nervures médianes que celle d'un rameau; des deux côtés de ce petit axe partent, sur un même plan longitudinal, des nervures ou ramuscules un peu plus grêles que l'axe médian, mais qui ont à peu près la même structure que lui. Ils s'étendent obliquement, comme des nervures latérales ordinaires, dans le parenchyme qui constitue la lame d'apparence foliacée.

» Si dans certains rameaux déprimés, comme ceux des *Opuntia*, du *Coccoloba platyclada*, les faisceaux sont disposés autour d'une moelle déprimée comme le rameau, avec les trachées tournées vers la moelle, cette disposition ne constitue pas un caractère particulier aux tiges, car les feuilles des Aloès ont une moelle avec des faisceaux répartis de même tout à l'entour, et dans celles dont la moelle est le plus déprimée, elle l'est à un beaucoup

moindre degré que dans les jeunes rameaux du *Coccoloba platyclada*, que je viens de nommer.

» Je pourrais multiplier ces exemples, mais en voilà plus qu'il n'en faut pour prouver que le moyen de distinguer les axes des appendices, invoqué par l'auteur, est loin d'être *infaillible* comme il le prétend.

» Voyons maintenant comment l'auteur applique cette règle ou critérium infaillible.

» Il admet en principe que : « *Partout* et *toujours* le pistil est formé d'une » ou de plusieurs feuilles, libres ou associées, ouvertes ou closes, qui pro- » duisent les ovules sur leurs bords... »

» Prenons d'abord un des exemples les plus simples, les carpelles isolés des Renonculacées. Voici comment l'auteur raisonne. (Je ne cite pas textuellement ce qui concerne ces plantes, parce que je n'avais pas le Mémoire à ma disposition quand j'ai rédigé ces notes.)

» Le carpelle de l'*Eranthis*, par exemple, serait formé par une feuille pliée longitudinalement sur sa face supérieure. Il présenterait trois faisceaux : un dorsal, qui répondrait à la nervure médiane, deux latéraux placés sur les bords de la feuille, et d'où émaneraient les vaisseaux qui vont aux ovules. *Donc le carpelle est constitué par une feuille.*

» Cette prétendue démonstration, qui n'est pas rapportée textuellement ici, je le répète, ne contient pas un élément de plus, et consiste en un mauvais cercle vicieux.

» Passons à un exemple plus compliqué, à l'ovaire des Primulacées.

» Les botanistes admettent, pour la plupart, que l'ovaire des Primulacées est composé d'une paroi formée de cinq feuilles carpellaires soudées par leurs bords, et que du fond de cet ovaire s'élève un placenta axile, c'est-à-dire un prolongement du pédoncule ou du réceptacle, d'où naissent les ovules.

» Pour l'auteur du Mémoire, ce placenta des Primulacées est aussi de nature axile, au moins dans sa partie basilaire, parce qu'il contient dix faisceaux vasculaires rangés en cercle autour d'un centre médullaire; mais comme, suivant ce botaniste, *l'axe qui se prolonge au-dessus de l'insertion des carpelles* NE PRODUIT JAMAIS DIRECTEMENT LES OVULES, ce qui serait contraire à sa théorie, qui les fait naître *partout et toujours* des bords de la feuille, il a imaginé de mettre des feuilles sur ce placenta. *L'extrémité de chacun des dix faisceaux* de l'axe placentaire, qui abandonnent celui-ci sur deux verticilles, *constitue une feuille* AUX DENTS *de laquelle sont insérés les ovules.* Laissons parler l'auteur :

« *Il est bien évident*, dit-il, que *chacun* de ces faisceaux qui quittent l'axe
» (le placenta), cinq par cinq, correspond *à un appendice distinct*, *à une*
» *feuille* qui alterne avec les carpelles s'il s'agit du verticille inférieur, et
» que chaque ovule où pénètre une des ramifications extrêmes de ce fais-
» ceau correspond *à un lobe*, *à une dentelure* de cette feuille ; *il est clair*, *par*
» *conséquent*, que les ovules sont encore ici portés et produits par les
» bords de feuilles, mais ces feuilles n'entrent pas dans la constitution
» de la paroi du pistil. »

» C'est toujours, l'Académie le voit, la même pétition de principe.

» Je n'ai pas besoin de faire observer qu'absolument rien ne rappelle l'existence de dix feuilles au sommet de ce placenta, qui est seulement renflé en une sorte de bonnet charnu, dans le tissu duquel se ramifient les faisceaux, et à sa surface sont directement insérés les ovules.

» A cela ne se bornent pas les difficultés offertes par l'ovaire des Primulacées. L'auteur compte dix faisceaux dans la paroi de l'ovaire. Cinq de ces faisceaux seraient opposés aux sépales, et constitueraient les nervures médianes des feuilles carpellaires. Les cinq autres faisceaux, qui alterneraient avec les précédents, représenteraient dix faisceaux UNIS DEUX A DEUX; ce seraient les faisceaux dont la théorie gratifie les bords des cinq feuilles carpellaires.

» Mais voici un fait qui prouve de nouveau que les analyses de l'auteur ne sont pas faites avec tout le soin désirable, et que, par conséquent, ses généralisations sont fautives. C'est que la paroi de l'ovaire du *Primula sinensis* (la seule Primulacée que j'aie à ma disposition en cette saison), qui se gonfle en vésicule transparente très-facile à observer, ne renferme pas seulement les dix faisceaux admis par l'auteur, mais jusqu'à douze à quinze dans la partie supérieure, et de vingt à trente dans la partie inférieure. Tous ces faisceaux sont d'une extrême ténuité; les plus forts ne renferment que deux ou trois toutes petites trachées. On admettra que pour des faisceaux doublés, ainsi que doivent l'être plusieurs d'entre eux, suivant la théorie, c'est fort peu.

» L'auteur du Mémoire s'est montré non moins prodigue de feuilles, pour expliquer la constitution de l'ovaire des Papavéracées et des Crucifères, que pour celui des Primulacées.

» Les botanistes considèrent, en général, l'ovaire des *Glaucium*, des *Chelidonium*, etc., comme formés de deux carpelles, ou, si l'on veut, de deux feuilles carpellaires soudées par leurs bords; des faisceaux placentaires de ces bords naîtraient les ovules. L'organogénie n'indique de même que deux carpelles. Malgré cela, l'auteur du Mémoire admet quatre feuilles

carpellaires, deux fertiles desquelles procéderaient les ovules, et deux stériles. Pour le Pavot et les autres genres qui offrent un plus grand nombre de carpelles, la paroi serait de même constituée par des feuilles fertiles alternant avec autant de feuilles stériles, soudées les unes aux autres par les bords.

» Ici l'on ne voit pas bien ce qui a déterminé l'auteur à reconnaître des feuilles stériles et des feuilles fertiles, car les besoins de sa théorie ne l'exigeaient pas. Au contraire, la nouvelle opinion est en contradiction avec un principe qui ne subit peut-être pas une seule exception dans tous les végétaux phanérogames, et qui est un des arguments les plus spécieux, les plus favorables à la théorie qui fait naître les ovules des bords de feuilles carpellaires. Cette loi si générale est celle de l'alternance des stigmates avec les cloisons dites *vraies* dans les ovaires bi- ou multiloculaires, et avec les placentas dans les ovaires uniloculaires à placentas pariétaux.

» Dans toutes les plantes phanérogames, en effet, les styles, les stigmates, ou les lobules stigmatiques, quand il y en a d'apparents, correspondent à ce que les botanistes appellent la *nervure médiane des feuilles ovariennes;* tandis que les cloisons vraies, qui seraient formées par les bords rentrants des feuilles carpellaires, ou les placentas pariétaux qui correspondent théoriquement aux bords des feuilles, alternent avec les styles et les stigmates.

» Cette loi, aussi élégante que constante, la plus générale probablement de la morphologie végétale, a été méconnue par l'auteur du Mémoire, et elle montre combien est peu fondée l'innovation de ce botaniste en ce qui concerne les Papavéracées, les Fumariacées et les Crucifères.

» Encore quelques mots pour compléter ce que je veux dire des ovaires dans ces courtes remarques. Je veux parler maintenant des ovaires infères.

» Tout pistil, pour l'auteur, étant nécessairement formé par une ou plusieurs feuilles (« *partout et toujours* »), aucun des ovaires infères ne fait exception. Voici comment il s'exprime : « Les pistils dits *supères* et ceux qu'on » appelle *infères* possèdent, toutes choses égales d'ailleurs, la même orga- » nisation; la différence extérieure, qu'on traduit par ces mots, résulte » uniquement de ce que l'insertion *apparente* des appendices floraux ex- » ternes, dont l'insertion vraie est toujours *inférieure* à celle des carpelles, se » trouve rejetée, par la *coalescence du parenchyme,* jusque vers le sommet » de l'ovaire. »

» S'il en était ainsi, on devrait toujours trouver dans les parois de l'ovaire

infère au moins autant de faisceaux vasculaires qu'il y a de sépales, de pétales, d'étamines et de carpelles dans la fleur étudiée. Cela n'a point lieu. Dans maint ovaire infère, le nombre des faisceaux est bien inférieur à celui qu'exigerait une simple réunion des organes floraux par le parenchyme commun. Je vais en citer un exemple que l'auteur a décrit, mais bien incomplétement, et qu'il a conservé avec intention pour le couronnement de son travail : c'est l'ovaire des *Prismatocarpus Speculum* et *hybridus*.

» Pour admettre, dans ces plantes, que les sépales, les pétales et les étamines soient insérés en réalité *au-dessous de l'ovaire*, il faudrait retrouver dans les parois de cet ovaire infère cinq faisceaux pour les sépales, cinq pour les pétales, cinq pour les étamines, et trois pour chacun des trois carpelles, ce qui fait au minimum vingt-quatre faisceaux, auxquels il faudrait ajouter ceux des feuilles et des fleurs qui naissent fréquemment sur ces mêmes ovaires. Il n'en existe cependant que neuf à dix dans la paroi de l'ovaire, c'est-à-dire environ un de moins que dans le pédoncule, qui fournit en outre des vaisseaux aux trois placentas, qui occupent le centre de l'ovaire.

» Ce n'est pas tout : cet ovaire des *Prismatocarpus* cités porte en lui la preuve irrécusable de sa nature axile. Cette preuve est donnée par l'existence *d'une couche fibreuse continue tout autour de l'ovaire*, et cette couche fibreuse est semblable à celle que possède le pédoncule, et n'en est que la prolongation.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'une telle couche fibreuse ne s'observe pas dans les feuilles des mêmes plantes.

» De plus, si les étamines, les pétales et les sépales étaient simplement unis à l'ovaire par un parenchyme commun, appliqués en quelque sorte sur cet ovaire, les faisceaux qui devraient les représenter seraient placés à l'extérieur de la couche fibreuse, qui rappelle l'axe sans aucun doute. Or les neuf à dix faisceaux qui existent dans tout le pourtour du corps dit *ovaire infère*, dans le *Prismatocarpus*, sont situés, au contraire, vers la face interne de la couche fibreuse dont ils font partie, comme dans le pédoncule. Il est donc de toute évidence que les sépales, les pétales et les étamines n'ont point leur insertion réelle *au-dessous* de celle des carpelles, comme le pense l'auteur du Mémoire, mais qu'ils naissent de la partie supérieure de l'ovaire.

» Il est manifeste aussi, par l'existence de sa couche fibreuse, que l'ovaire des *Prismatocarpus Speculum* et *hybridus* est produit par le sommet de l'axe lui-même, modifié pour les besoins de la reproduction.

» Je ferai observer en terminant que l'auteur du Mémoire n'a même pas mentionné la zone fibreuse dont je viens de parler. Serait-ce parce qu'elle gênait sa théorie, ainsi que divers autres faits à l'égard desquels il a observé le même silence, par exemple, la dispersion des ovules à la surface de la paroi interne des loges ou carpelles des Nymphéacées et du *Butomus*, chez lesquels il est impossible de les faire dériver des bords de chaque feuille ovarienne.

» L'auteur a omis également l'examen d'une des questions les plus importantes, car elle domine le débat. C'est celle de la nature des ovules.

» Les feuilles étant les *organes extrêmes* de la végétation, il a été admis en principe qu'il ne peut naître d'elles, normalement, *aucun* organe appendiculaire ou axile (feuille ou rameau).

» Et pourtant les ovules naissent des prétendues feuilles carpellaires. Il y avait donc là une inconséquence. C'est ce qui a engagé M. Auguste de Saint-Hilaire à regarder les faisceaux placentaires comme des prolongements de l'axe adjoints aux bords des feuilles carpellaires (1).

» De plus, l'ovule, qui est ordinairement composé d'un pédicule (de nature axile pour M. de Saint-Hilaire) terminé par le nucelle et une ou deux enveloppes minces, emboîtées l'une dans l'autre, ne peut être considéré comme un simple appendice, mais plutôt comme un bourgeon rudimentaire, ainsi que l'admettait le célèbre botaniste que je viens de nommer.

» A cela, néanmoins, il y avait une difficulté. C'est que, sur un rameau, les feuilles apparaissent ordinairement de bas en haut, tandis que dans l'ovule les téguments ou feuilles se développent de haut en bas. (C'est du moins l'idée reçue. Il ne serait pas impossible qu'il en fût quelquefois autrement.) Mais la difficulté a disparu, depuis qu'en 1853 (*Ann. Sc. nat.*, 3e sér. t. XX, p. 190) j'ai montré qu'il existe des inflorescences dont les rameaux et les fleurs naissent de haut en bas (certaines Graminées).

» D'après ces considérations, si les ovules sont les analogues de bourgeons rudimentaires, il ne semble pas logique de les faire naître des bords

(1) Je rappellerai que l'inflorescence de l'*Erythrochiton hypophyllanthus* Pl. naît sous la lame de la feuille, et que des bourgeons *adventifs*, dans des circonstances favorables, se développent dans les dents des feuilles du *Bryophyllum calycinum* et dans l'aisselle des pinnules de diverses Fougères, à peu près comme les bourgeons normaux dans l'aisselle des feuilles ordinaires, ce qui dénote un degré de ressemblance de plus entre les rameaux et les feuilles. A quoi je pourrais ajouter que, si le plus souvent les rameaux des inflorescences ont une évolution *basifuge*, elles ont aussi parfois une évolution *basipète*, ou une évolution *mixte*, de même que les feuilles.

de simples organes appendiculaires ou feuilles, dans le sens rigoureux qu'on attache ordinairement à ces mots. Donc, ou les carpelles sont formés de modifications de la tige, ou chaque feuille carpellaire est accompagnée d'un prolongement de l'axe constituant le placenta, comme l'admettait M. Auguste de Sainte-Hilaire; ou bien il faut renoncer à établir une délimitation tranchée entre ce que l'on nomme les *appendices* et les *axes*. C'est cette dernière opinion qui me paraît la plus rationnelle. Je développerai cette idée dans un autre travail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Existence d'une couche donnant un spectre continu, entre la couche rose et le bord solaire*. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 1er mars 1869.

» Permettez-moi de vous informer d'une observation que j'ai faite depuis quelques jours : cette observation me paraît très-intéressante au point de vue de la constitution du Soleil, et surtout au point de vue de la détermination de la couche où se fait le renversement des raies.

» Ayant agrandi notablement, au moyen d'un oculaire, l'image du Soleil qui tombe sur la fente du spectroscope, je me suis d'abord aperçu que, en y faisant entrer lentement le bord solaire, on voit paraître les protubérances et la couche rose; puis, après que celles-ci sont évanouies et que les lignes brillantes se sont affaiblies, mais seulement alors, on voit apparaître le bord solaire. J'ai couclu de cette observation que, en général, la couche rose est séparée du bord solaire par une distance minime mais appréciable. Je me suis rappelé alors ce que j'avais remarqué pendant l'éclipse de 1860, en Espagne; j'avais vu nettement se cacher le bord solaire; puis, j'avais vu paraître une couche très-vive de lumière, et enfin la couche rosée des protubérances; les deux observations s'appuient donc l'une l'autre. Il est vrai que, bien souvent, on peut suivre les raies renversées sur le disque solaire, mais cela n'arrive pas toujours, et l'irradiation de la vive lumière de ces raies peut bien faire illusion; au moins, cela n'arrive que dans les parties où l'on aperçoit les protubérances. Ainsi le 24 et le 27 février, ayant dirigé le spectroscope sur deux facules très-vives qui étaient juste au bord, j'ai vu briller de magnifiques protubérances à la même place. Mais, en général, on ne constate pas cette superposition en opérant avec une image solaire assez grande; et, en mettant la fente tangente au bord, on trouve que la couche rose n'est pas en contact continu avec le bord solaire.

» Profitant de la disposition de l'oculaire qui grandissait l'image et de l'air calme qui régnait, j'ai voulu alors examiner avec plus de détail l'intervalle compris entre cette couche rose et le bord lui-même : à ma grande surprise, j'ai vu alors disparaître complétement toutes les raies fines, et les raies noires D et *b* rester à peine visibles. J'ai d'abord cru que c'était là un effet de la faiblesse de la lumière, mais j'ai vérifié qu'il n'en était pas ainsi, car je pouvais voir très-bien les raies au dehors de la couche rose, et immédiatement sur le bord du Soleil. J'ai attribué l'effet observé à la faiblesse du spectroscope, et je l'ai monté avec trois prismes très-dispersifs : le résultat a été le même. On pourrait supposer que le phénomène est dû à un effet de l'agitation de l'air, près du bord solaire, mais cette hypothèse elle-même m'a paru devoir être exclue par cette remarque que je distinguais très-bien les raies brillantes de la couche rose au milieu de l'oscillation la plus vive : les raies fines obscures sont alors visibles dans tous leurs détails. Il me paraît donc que nous sommes en face d'une couche qui donne réellement un spectre continu. Malheureusement, l'observation est très-difficile, car il faut maintenir sur la fente ce petit intervalle qui sépare la couche rose du bord solaire, intervalle qui est à peine, à ce que je puis estimer, de deux ou trois secondes. Il serait même impossible de constater le phénomène sans deux précautions essentielles : 1° agrandir l'image solaire, comme je l'ai dit, pour faire que le mince filet en question soit plus large que la fente; 2° raccourcir la longueur de la fente pour ne pas donner une trop grande largeur au spectre : on obtient ainsi un arc du bord sensiblement rectiligne; sans ces précautions, les rayons des différents points des arcs curvilignes se mêleraient dans le spectre et détruiraient complétement l'effet.

» Je répète que les raies noires D et *b* ne disparaissent pas, mais elles diminuent beaucoup d'intensité; le moment précis qu'il faut saisir est celui où les raies brillantes C et la raie jaune D_3 sont très-affaiblies en marchant vers le bord solaire : alors, il y a une position où le spectre est continu.

» Cette couche, proportionnellement assez mince, serait celle où a lieu le renversement selon la théorie de Kirchhoff. On ne peut pas objecter qu'elle est trop mince pour produire cet effet, car nous voyons que, pour obtenir le renversement des raies du sodium, il suffit de quelques mètres d'épaisseur de sa vapeur, et, pour absorber la raie rouge et les autres raies plus vives de l'hydrogène, les cirrus et les nuages demi-transparents

de notre atmosphère sont déjà très-suffisants : ce qui fait qu'on ne peut bien voir ces raies que dans un ciel très-clair, comme l'a déjà indiqué M. Janssen.

» Comme la couche d'hydrogène offre une épaisseur irrégulière, là où elle se projette sur le Soleil, on ne peut pas voir partout la zone à spectre continu, ce qui concourt aussi à rendre cette observation plus difficile. Ayant déjà répété pendant quatre beaux jours cette observation, je la crois sûre. En ai-je bien deviné l'explication ? c'est ce que je laisse à juger aux savants; mais cette explication me paraît probable, car M. Rziha a vu le spectre de la couronne continu, à Aden. »

RAPPORTS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Maurice Levy, *relatif à l'hydrodynamique des liquides homogènes, particulièrement à leur écoulement rectiligne et permanent.*

(Commissaires : MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Levy, Ingénieur des Ponts et Chaussées, a adressé de Montauban le 3 mai 1867, à l'Académie, un Mémoire étendu sur l'hydrodynamique, destiné à concourir au prix Dalmont. Il y reproduisait quelques parties d'un *article* d'avril 1866, imprimé aux *Annales des Ponts et Chaussées* un an après, et reproduites déjà à sa thèse de doctorat datée de Paris, décembre 1866.

» Ce Mémoire de mai 1867 a été renvoyé à une Commission, actuellement composée de MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips et de moi.

» Depuis, l'auteur nous a remis, pour être substituée à l'ancienne, une rédaction plus succincte et presque entièrement nouvelle. Et il nous a demandé, tout en réservant ses droits au prix Dalmont, d'en faire l'objet d'un Rapport dès à présent. Nous nous rendons à ce désir, parce que le travail nouveau ne conserve presque plus aucune trace de ce que l'auteur a publié en 1866 et 1867, comme on vient de dire.

» Bien que déjà Descartes ait reconnu un *frottement* réciproque entre les couches des fluides qui se meuvent, que Newton ait fait sur la loi de cette force une hypothèse simple, et que Mariotte, avant Pitot, Couplet, D. Ber-

nouilli et Coulomb, ait parlé aussi du frottement retardateur émanant des parois solides entre lesquelles les fluides s'écoulent, on sait que les géomètres du XVIII[e] siècle avaient basé les équations de l'hydrodynamique sur la supposition que les pressions étaient constamment, à l'état de mouvement comme à l'état de repos, normales aux faces intérieures ou extérieures à travers lesquelles elles s'exercent. C'était négliger cette composante tangentielle d'action, reconnue et appelée *frottement* par leurs devanciers; composante qui a été remise en lumière à la fin du même siècle, par les expériences de Du Buat et par celles de Venturi. Aussi d'Alembert et Euler, appliquant leurs équations au calcul de l'action d'un fluide en mouvement sur un solide immobile qui y est plongé, étaient arrivés à des nullités, à des résultats paradoxaux dont, en les reconnaissant tels, et comme en désespoir de cause, ils léguaient à d'autres l'explication future (*).

» Navier a tenté le premier de compléter les équations différentielles générales du mouvement des fluides, en supposant qu'il s'effectuait *avec continuité*, c'est-à-dire sans changement brusque ni très-rapide des vitesses en passant d'un point aux points voisins. On sait qu'à cet effet il a admis entre leurs molécules très-proches, prises deux à deux, outre l'action ordinaire ou hydrostatique, *une action dynamique ayant pour intensité une fonction de leur distance, multipliée par la vitesse avec laquelle elles s'éloignent ou se rapprochent l'une de l'autre* à l'instant considéré. Il obtient ainsi des termes qui donnent, pour le frottement de deux couches, une expression conforme à la supposition de Newton, ou proportionnelle à leur vitesse relative de glissement, c'est-à-dire

$$\varepsilon \frac{dv}{dn},$$

produit d'un coefficient numérique ε dépendant de la nature du fluide, et de la dérivée $\frac{dv}{dn}$, par rapport à une coordonnée normale n, de la vitesse absolue v du fluide, estimée parallèlement à une ligne tracée sur la surface de séparation des couches frottantes.

» Ses formules, auxquelles Poisson, Cauchy, M. Stokes, etc., sont arrivés par d'autres voies, s'accordent d'une manière tout à fait satisfaisante avec les observations faites sur le mouvement lent et très-régulier que prend l'eau en s'écoulant par des tubes capillaires; ainsi que cela a été surtout con-

(*) On peut voir à ce sujet l'extrait d'un Mémoire sur la Résistance des fluides, aux *Comptes rendus*, 15 février 1847, t. XXIV, p. 243.

staté dans ces derniers temps par deux jeunes géomètres, qui, en faisant nulle la vitesse à la paroi, sont arrivés exactement aux résultats trouvés par M. Poiseuille dans des expériences précises (*).

» Mais Navier avait soin d'ajouter (**) que, dans les cas ordinaires de la pratique, sa théorie ne pouvait convenir, *parce que le mouvement y est plus compliqué* que celui qu'elle suppose. L'un de nous a fait en 1851 la remarque (***) que si on voulait l'appliquer aux cours d'eau d'une certaine grandeur, il faudrait, pour satisfaire aux faits connus, augmenter le coefficient ε avec les dimensions des sections transversales; et il avait, en 1843 (****), en admettant que le frottement de l'eau est toujours nul dans les directions où le *glissement* $\frac{dv}{dn}$ est nul lui-même, et sans invoquer du reste autre chose que les deux théorèmes connus sur les relations nécessaires des composantes de pression en divers sens, déduites par Cauchy de l'équilibre du parallélipipède et du tétraèdre élémentaire, trouvé que les frottements dans les autres directions devaient être nécessairement représentés par $\varepsilon \frac{dv}{dn}$, ou par les formules de Navier et de Poisson, ε étant constant pour toutes les petites faces se croisant en un même point du fluide, mais sans qu'on démontre par là qu'il reste le même quand on passe à d'autres points.

» Henry Darcy, en citant, dans ses belles recherches de 1854, la remarque de 1851 qu'on vient de rappeler (*****), a conclu analogiquement, de ses nombreux mesurages de vitesses des filets liquides, que leur frottement mutuel croissait fortement avec le diamètre des tuyaux où ils coulent; et il a cru pouvoir conclure aussi que le frottement de deux couches cylindriques de rayon r était, dans un même tuyau, proportionnel au carré $\left(\frac{dv}{dr}\right)^2$

(*) *Voir* le Rapport du 3 août 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 287), à la suite duquel l'Académie a voté l'insertion aux Savants étrangers d'un Mémoire de M. Boussinesq. Une Note moins étendue sur le même sujet, de M. Émile Mathieu, avait été imprimée au *Compte rendu* le 10 août 1863 (t. LVII, p. 320).

(**) Résumé (1838) de ses *Leçons* à l'École des Ponts et Chaussées, 2e Partie, n° 109, p. 89.

(***) *Annales des Mines*, 4e série, t. XX, p. 229, fin de l'article 14 d'un Mémoire sur les eaux courantes.

(****) *Comptes rendus*, 27 novembre, t. XVII, p. 1240. Cette Note, bien que présentée comme à joindre à un Mémoire du 14 avril 1834, présente un sens complet, qui dispense de recourir à ce Mémoire resté manuscrit dans les Archives de l'Académie.

(*****) *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*, Ch. V, Observations générales, p. 181.

de leur vitesse de glissement relatif, et non à la première puissance $\frac{dv}{dr}$ de cette vitesse suivant la loi adoptée par Newton et obtenue par Poisson après Navier.

» De cette assertion de Darcy, bien qu'il l'ait basée sur des mesurages difficiles et sujets à erreur, feu M. Dupuit et d'autres auteurs ont cru pouvoir inférer que le frottement intérieur des fluides devait être fait généralement proportionnel au carré du glissement, non-seulement sur la face perpendiculaire au rayon du tuyau, face qui est celle du glissement *maximum* pour chaque point, mais aussi sur toute face parallèle au fil de l'eau dans le mouvement uniforme, et que cette loi devait être étendue aux courants découverts ayant une section de figure quelconque. Ils ont même proposé d'exprimer plus généralement ce frottement par un polynôme

$$A\frac{dv}{d\mathrm{n}} + B\left(\frac{dv}{d\mathrm{n}}\right)^2 + C\left(\frac{dv}{d\mathrm{n}}\right)^3 + \ldots$$

» M. Levy, dans le Mémoire de 1868 que nous examinons, s'élève, comme dans ses précédents travaux, mais pour une raison nouvelle, contre l'emploi et l'introduction dans l'enseignement d'une pareille formule. Elle est, observe-t-il, mathématiquement impossible. Il le démontre en invoquant (comme on vient de dire qu'il avait été fait dans une Note remontant à 1843) les théorèmes de Cauchy, qui fournissent des relations nécessaires entre les frottements sur diverses faces se coupant en un même point. Il en déduit en effet, par un calcul exact, en prenant des faces parallèles au fil de l'eau, que *si le frottement ne dépend que des dérivées de premier ordre des vitesses*, il est, sur la face dont n est la normale, nécessairement égal à $\frac{dv}{d\mathrm{n}}$ affecté d'un certain coefficient; et que ce coefficient, si l'on admet qu'il puisse varier, ne le fera pas tant qu'on restera au même point du fluide (*). Or cette con-

---

(*) Il trouve, dans un courant uniforme d'une largeur très-grande par rapport à la profondeur supposée constante,

$$\sum A_k\left[\left(\frac{du}{dy}\right)^2 + \left(\frac{du}{dz}\right)^2\right]^k$$

pour l'expression la plus générale de ce coefficient, y et z étant deux coordonnées transversales prises suivant la largeur et la profondeur. Il est constant si le $\sum$ se réduit à un seul terme pour lequel l'exposant $k = 0$.

Cette expression variable s'accorde avec celle que M. Kleitz a déduite d'autres considérations (*Comptes rendus*, 10 décembre 1866, t. LXIII, p. 990).

dition ne serait point remplie par la formule polynôme écrite tout à l'heure, car le coefficient de $\frac{dv}{dn}$, qui y est

$$A + B\frac{dv}{dn} + C\left(\frac{dv}{dn}\right)^2 + \ldots,$$

varierait, *en un même point*, avec la direction n de la normale à la face où l'on considère le frottement.

» M. Levy trouve aussi, tant que l'on s'en tient aux dérivées du premier ordre des vitesses, que la variation du coefficient avec le diamètre des tuyaux, déduite par Darcy de ces expériences, est inexplicable. Il en est de même, pour les courants découverts très-larges, de la variabilité du coefficient avec la profondeur, qui résulterait de faits nombreux recueillis par M. Bazin, le continuateur de Darcy. Et la même impossibilité de s'en tenir au premier ordre de différentiation lui paraît suivie d'un autre fait, généralement observé dans ces courants uniformes et rectilignes : ce fait consiste en ce que la vitesse la plus grande, au lieu de se trouver à la surface, se rencontre au quart environ ou au tiers de la profondeur, même lorsque l'existence d'un vent soufflant d'amont empêche d'attribuer cette circonstance à un frottement retardateur de l'air contre la surface liquide.

» En conséquence M. Levy reprend l'analyse de Navier, en poussant jusqu'aux dérivées d'ordre supérieur des vitesses des molécules, l'approximation pour laquelle Navier s'était tenu aux dérivées du premier ordre. Le principe sur lequel se base Navier est, suivant lui, mieux qu'une hypothèse : car on ne saurait contester, dit-il, que la partie des pressions due à l'état de mouvement ne doive être fonction des vitesses relatives des molécules. Le désaccord de ses résultats avec divers faits doit donc tenir uniquement à ce que Navier n'a pas tiré de ce principe des conséquences suffisamment approchées.

» En appelant, pour le point dont x, y, z sont les coordonnées rectangles, u, v, w les composantes de la vitesse suivant leurs directions, p la pression moyenne ou hydrostatique qui aurait lieu seule si le mouvement cessait, $N_1 = p_{xx}$, $T_1 = p_{yz}$ une pression normale et une pression tangentielle telles que les définissent la notation connue de M. Lamé et une autre notation indiquée par Coriolis, et adoptée finalement (1854) par Cauchy (notation que l'un de nous a toujours employée), M. Levy égale ces deux pressions N_1, T_1 à des fonctions linéaires des dérivées de tous les ordres de u, v, w par rapport à x, y, z. En exprimant la condition qu'elles soient composées avec les mêmes coefficients lorsqu'on opère un changement

quelconque de coordonnées rectangulaires, il montre que les dérivées d'ordre pair doivent disparaître; et il obtient, en faisant symboliquement

$$\frac{d^2.}{dx^2}+\frac{d^2.}{dy^2}+\frac{d^2.}{dz^2}=\Delta_2^1,\quad \Delta_2^1(\Delta_2^1.)=\Delta_2^2.,\quad \Delta_2^1(\Delta_2^2.)=\Delta_2^3,\ldots$$

les formules suivantes, où les ε sont des coefficients constants, et où les $\sum$ sont des sommes relatives à tous les nombres entiers possibles k :

$$N_1=p_{xz}=p+2\varepsilon_0\frac{du}{dx}+2\sum\varepsilon_k\Delta_2^k\left(\frac{du}{dx}\right),$$
$$T_1=p_{yz}=\varepsilon_0\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}\right)+\sum\varepsilon_k\Delta_2^k\left(\frac{dv}{dx}+\frac{dw}{dy}\right).$$

Elles peuvent être obtenues également, ainsi que nous nous en sommes assurés, en supposant, avec tous les auteurs, les trois composantes Δu, Δv, Δw de la vitesse de rapprochement ou d'éloignement de deux molécules développées par la série de Taylor suivant les puissances des différences Δx, Δy, Δz de leurs coordonnées, et en calculant les pressions comme des résultantes de forces moléculaires, s'exerçant à travers une petite face intérieure, non pas au moyen de ces *intégrations autour d'un point*, par coordonnées angulaires, que Navier a pratiquées, mais en prenant ces *sommes* qui ont été considérées par Poisson et par Cauchy et qui ne prêtent à aucune objection.

» Nous trouvons donc exactes ces formules nouvelles et remarquables de M. Levy, quel que soit leur usage, et quoi qu'il puisse être de la dénomination *forces de viscosité*, par laquelle il désigne leurs parties *dynamiques* ou affectées des ε; dénomination qui nous paraît impropre, puisque l'air, où il s'en développe d'énergiques du même genre, n'est point visqueux, et que le frottement est aussi essentiel que la pression proprement dite dans tout fluide visqueux ou non, par cela seul qu'il est composé de molécules distinctes.

» La seconde donne pour le frottement sur une face horizontale à la profondeur z, dans un courant uniforme d'une largeur extrêmement grande par rapport à sa profondeur supposée constante, si l'on se borne aux dérivées du premier et du troisième ordre de la vitesse u dont le sens est celui des x

$$T_3=p_{zx}=\frac{d}{dz}\left(\varepsilon_0 u+\varepsilon_1\frac{d^2u}{dz^2}\right).$$

» En égalant, pour exprimer l'uniformité du mouvement, cette force retardatrice T_3 sur l'unité superficielle de la force en question, à la force

motrice, qui a Πiz pour intensité, si i est la pente et Π le poids de l'unité de volume de l'eau, M. Levy intègre, et trouve

$$u = \frac{\Pi i z^2}{2\varepsilon_0} + A \cos z \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}} + B \sin z \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}} + C.$$

» Cette intégrale donne à M. Levy la possibilité, en disposant des constantes A, B, C et en faisant une certaine supposition sur le frottement du fond du courant, d'expliquer des faits qui, avec la formule du premier ordre $T_3 = \varepsilon_0 \frac{du}{dz}$, exigeraient qu'on fît varier, contre toute vraisemblance, le coefficient ε_0 du frottement avec la profondeur totale; et d'expliquer, aussi, comment la plus grande vitesse peut avoir lieu au-dessous de la surface du courant sans que le frottement de l'air y soit pour rien. Même, en supposant le rapport $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}$ très-petit, ce qui lui semble probable et ce qui permet de remplacer le sinus par l'arc et le cosinus par l'unité, M. Levy arrive à une expression de la vitesse u exactement de même forme qu'une expression empirique par laquelle M. Bazin représente approximativement les vitesses qu'il a mesurées à diverses profondeurs.

» Cette concordance de la théorie nouvelle de M. Levy avec certains faits établit-elle, comme il le pense, sa vérité, ainsi que la nécessité de tenir compte des dérivées d'ordre supérieur des vitesses dans le calcul des pressions dynamiques lorsque les mouvements des fluides sont *continus et réguliers?* Nous n'en voyons point là une preuve irréfragable. Nous sommes même portés à croire avec Navier, qui n'a commis aucune erreur et qui ne s'est fait aucune illusion, que si sa théorie ne s'applique pas bien aux courants ordinaires, c'est que les mouvements y sont beaucoup plus compliqués que ceux qu'il a supposés en les établissant. Si, des expériences de M. Poiseuille, où les mouvements ont été réguliers, et auxquelles ces formules sont tout à fait applicables en supposant nulle la vitesse à la paroi, si, disons-nous, l'on cherche à en déduire ce qui aurait lieu dans le cas où le tuyau, au lieu d'être capillaire, aurait *un mètre* de rayon, l'on trouvera que pour une *pente* de 0,0003 seulement, la vitesse du filet central serait de 561 mètres par seconde. Or, comme l'a observé très-bien un des deux jeunes géomètres cités plus haut (*), bien avant que de pareilles vi-

(*) Mémoire de M. Boussinesq sur le *Rôle du frottement intérieur des fluides dans leurs mouvements réguliers;* approuvé par l'Académie et récemment imprimé au *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*

tesses soient prises au milieu d'un courant, la loi des vitesses près des parois aura changé complétement; il s'y formera, même si les parois sont sensiblement lisses, de ces tourbillons qui deviennent si visibles et si considérables dans les lits rugueux, et qui, lancés des bords vers le milieu et du fond vers la surface, affectent partout les mouvements d'une sorte de périodicité irrégulière depuis longtemps remarquée. Il s'établit sans doute, en chaque endroit, une certaine moyenne de la vitesse d'écoulement, pour un temps fini assez court, et, aussi, une certaine moyenne de l'action d'une couche sur la couche contiguë. Mais, entre ce frottement et ces vitesses, il doit y avoir une tout autre relation que celle qu'on aurait avec les vitesses réelles et permanentes si les mouvements restaient tout à fait continus et réguliers.

» Peut-être parviendra-t-on un jour à établir cette relation par quelque calcul approximatif. Mais toujours peut-on déjà prévoir qu'elle est susceptible de varier avec la distance du fond et des parois où les tourbillons prennent naissance. Par là s'expliquerait facilement l'influence des diamètres des tuyaux et des profondeurs totales des courants sur le rapport qui peut y exister entre les frottements et les glissements. Et l'on pourrait expliquer par des considérations analogues la situation du filet de plus grande vitesse au-dessous de la surface supérieure, même quand il règne un vent de même vitesse que l'eau de cette surface; car les tourbillons qui sont lancés du fond, comme des corps flottants de même densité que l'eau, s'émergent un peu lorsqu'ils sont arrivés à la surface, en sorte qu'ils doivent, en retombant, y occasionner ce trouble tout particulier qu'a signalé M. Bazin, et pouvant constituer une cause de diminution de vitesse qui n'existerait pas au même degré un peu au-dessous de la surface.

» Malgré ces conjectures, que nous avons dû énoncer, l'on doit fortement savoir gré à M. Levy d'avoir cherché à expliquer les faits sans sortir de cette supposition de régularité et de continuité dans les mouvements, qui est une condition nécessaire de l'application d'une analyse complétement mathématique, et qui s'observe toujours *en moyenne* à un certain degré. Dans une matière si délicate et si ardue, ce n'est pas trop du concours de toutes les tentatives, et de la comparaison des résultats qui peuvent s'obtenir en se plaçant à des points de vue divers. Il n'est pas impossible que les dérivées des vitesses, d'ordre supérieur au premier, aient une certaine influence; et l'on sait que c'est en tenant compte de tous les termes de développements dont il n'avait fait d'abord entrer que les premiers termes

dans ses calculs, que Cauchy est parvenu à expliquer, dans la théorie de la lumière, certains faits qui échappaient à ses premières investigations.

» Vos Commissaires trouvent en définitive que M. Levy a tiré très-habilement et très-rationnellement les conséquences du principe fort acceptable qu'il a adopté ; et, sous la réserve des doutes qu'ils ont dû exprimer sur l'avenir de ses recherches, ils regardent son remarquable travail comme très-digne de votre approbation et de l'insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement de la température dans le corps compris entre deux cylindres circulaires excentriques et dans des cylindres lemniscatiques.* Mémoire de **M. Ém. Mathieu.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Liouville, Serret, O. Bonnet.)

« Si l'on se propose de trouver le mouvement de la température dans un cylindre droit, dont la base est donnée, ainsi que la hauteur, et dont la surface est entretenue à une même température, ou rayonne dans un milieu d'une température donnée, on commencera par résoudre ce problème dans la supposition que ce cylindre est indéfini et que la température initiale est la même tout le long d'une droite parallèle aux génératrices. Alors, on passera de ce cas particulier au cas proposé, en suivant constamment la même marche quelle que soit la nature de la section.

» Ainsi voulant étudier le mouvement de la température dans le corps compris entre deux cylindres droits circulaires excentriques, ou entre deux cylindres droits dont les bases sont des lemniscates de mêmes pôles, il nous suffit de les imaginer indéfinis et de supposer que, dans l'intérieur de ce corps, la température soit la même sur une droite parallèle aux génératrices.

» Dans toutes les questions de distribution de la chaleur, on commence par chercher une solution dite *simple*, qui ne dépend du temps que par un facteur qui le renferme en exposant et qui satisfait au problème, abstraction faite des conditions initiales; la solution générale est toujours la somme d'une infinité de solutions particulières.

» Or, dans tous les problèmes traités jusqu'à présent, la solution simple

jouit d'une propriété très-remarquable. En effet, dès que l'on adopte les coordonnées thermométriques de M. Lamé, cette solution simple est le produit de deux ou trois facteurs qui contiennent chacun une seule des deux ou trois coordonnées thermométriques. C'est ce que l'on reconnaît quand on considère la distribution de la chaleur dans une sphère ou dans un cylindre de révolution, questions traitées dans toute leur généralité par Laplace et Poisson. C'est le résultat auquel est arrivé M. Lamé, quand il a résolu le problème de l'équilibre de température dans l'ellipsoïde; c'est ce que l'on trouverait encore pour le mouvement de la température dans le cylindre elliptique et dans l'ellipsoïde, si l'on suppose toutefois, dans ces deux dernières questions, que les surfaces sont entretenues à une même température, mais non plus si elles rayonnent dans l'espace : ce qui amène une distinction que l'on n'avait pas à faire pour la sphère et le cylindre de révolution.

» Cette propriété de la solution simple donne une grande facilité pour la déterminer; car dès que cette forme est admise, on reconnaît que les facteurs qui la composent satisfont chacun à une équation différentielle du second ordre, et l'étude de la solution simple est ramenée à celle de ces équations différentielles et à la détermination de certaines constantes qui y entrent et qu'on obtient par des conditions relatives à la surface du corps ou par l'obligation de la solution à satisfaire à certaines lois de périodicité.

» Mais lorsqu'on considère d'autres corps, la solution simple n'a plus cette forme élégante, même lorsque la surface est entretenue à une même température, et sa recherche présente une difficulté d'un genre nouveau, que j'ai résolue pour les deux corps cités dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui paraîtra bientôt dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» On sait que Sturm a étudié les solutions des équations différentielles du second ordre, non en considérant la forme de ces solutions, mais en examinant les équations différentielles elles-mêmes. On verra que, dans ce Mémoire, j'ai été pareillement conduit à étudier les solutions de mes recherches d'après les équations mêmes auxquelles elles satisfont; seulement ce ne sont plus des équations différentielles ordinaires, mais elles sont aux différences partielles. D'ailleurs les considérations que j'emploie ne sont pas particulières au problème que je résous et pourraient servir à beaucoup d'autres.

» Je prouve aussi que, lorsqu'on transforme en coordonnées curvilignes

les équations aux deux différences partielles qui régissent l'équilibre ou le mouvement de la température des corps et leurs mouvements vibratoires, ces équations transformées pourront cesser d'être exactes sur certaines lignes ou certaines surfaces de l'intérieur de ces corps, et que si on les intégrait sans y prendre attention, on arriverait à des formules tout à fait inexactes. Ces dernières remarques me semblent utiles et n'avaient pas encore été faites. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvel essai de fabrication d'acier Bessemer au tungstène.* Note de **M. Leguen**, présentée par M. Fremy.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Une Note insérée aux *Comptes rendus* de 1867 (1) explique le procédé que j'avais mis en œuvre pour fabriquer de l'acier Bessemer au tungstène, en recarburant le métal dans le convertisseur par l'addition d'une fonte grise de qualité médiocre, que le wolfram avait améliorée. Cet acier, façonné en rails de chemins de fer, en ressorts pour wagons, etc., a figuré à l'Exposition universelle de 1867.

» Il y avait une expérience intéressante à tenter dans des conditions analogues, en alliant le tungstène non plus avec une fonte quelconque, mais à la fonte blanche lamelleuse servant habituellement à la recarburation. J'ai exécuté cet essai à l'usine de Terre-Noire, où l'on fabrique principalement des rails en acier Bessemer. La fonte grise employée à cet usage y provient de minerais reçus en majeure partie de Mokta (près de Bône, en Algérie); à sa sortie du haut fourneau, elle est portée directement dans la cornue. La blanche est de la fonte miroitante de Saint-Louis, qu'on refond dans un four à réverbère avant de la verser sur le fer brûlé. Je me suis conformé à la pratique de l'établissement pour le choix, les proportions des deux fontes et la destination de l'acier.

» Nous commençâmes par surcharger de tungstène une certaine quantité de fonte blanche, en suivant la méthode indiquée dans les *Comptes rendus* de 1866 (2), c'est-à-dire en effectuant la combinaison dans un cubilot, au moyen d'agglomérés de wolfram. Nous eûmes ainsi un alliage contenant 9,21 de tungstène pour 100, et il fut procédé à l'opération Bessemer. A 3150 kilogrammes de fonte grise de première fusion, décarburés dans le convertisseur, on ajouta $\frac{1}{10}$ du même poids de fonte alliée. Tout

(1) 1er semestre, p. 619.
(2) 2e semestre, p. 967.

se passa comme d'habitude, sauf la décarburation qui fut poussée au delà des limites accoutumées, comme pour obtenir un acier beaucoup plus doux, afin de voir si la présence du tungstène suppléerait à la diminution du carbone. D'après l'analyse, la teneur en carbone se réduisit à moitié environ de ce qu'elle est le plus généralement, à cette usine, dans l'acier pour rails. Le déchet du métal s'éleva au dixième du poids des deux fontes.

» La proportion de tungstène dans l'acier produit, dosée au laboratoire de l'École des Mines, est de 0,558 pour 100; elle eût été de 0,837 s'il n'y avait pas eu de perte. La différence de ces deux nombres, égale au tiers du second, représente la portion scorifiée dans le four à réverbère et le convertisseur. La déperdition avait été plus grande à Imphy, sans doute parce qu'on y relève un instant l'appareil après l'introduction de la fonte recarburante, tandis qu'à Terre-Noire on ne le relève pas. Il est même probable, à cause de cette circonstance, qu'ici l'oxydation provient presque uniquement du four à réverbère. Le laminage des lingots n'offrit rien de particulier. Les rails reçurent le profil adopté par la ligne de l'Est, et après leur achèvement, ils furent expédiés à Paris, à la gare de Strasbourg, dont l'administration les soumit, dans ses ateliers, aux épreuves de pression, de choc, et, en outre, à des essais de forgeage et de trempe. L'ingénieur qui a dirigé ce travail a eu l'obligeance de me remettre là-dessus une Note dont voici le résumé :

« Les rails au wolfram éprouvés à la gare de l'Est doivent être classés
» parmi les rails les plus doux ayant une grande résistance vive.

» Travaillé à la forge et au marteau à devant, cet acier ne s'est pas déna-
» turé, et l'on en a confectionné des burins d'une résistance remarquable.

» Pour se rendre compte de l'effet de la trempe, on a forgé, en outre, des
» barreaux de 25 millimètres de côté; chaque barreau a été trempé au
» rouge cerise, après qu'on en eut détaché un fragment. Le grain assez
» gros, blanc et brillant avec quelques arrachements avant la trempe, est
» devenu, après cette opération, très-fin, gris et velouté. Ce résultat est
» obtenu avec les aciers les plus vifs de Terre-Noire, et ces aciers sont alors
» généralement trop cassants pour rails, tandis que ceux au wolfram ont
» présenté une très-grande résistance, bien que cette matière se trempe par-
» faitement. »

» Il résulte de ces observations que l'acier au tungstène peut à la fois être très-doux, très-résistant, et prendre une belle trempe, propriétés qui trouveraient leur application dans l'industrie. On en tirerait avantageusement parti, par exemple, pour tremper, sur certains points déterminés,

certaines pièces de machines, sans altérer la douceur de l'acier dans les autres parties.

» Afin de connaître la durée comparative de ces rails, l'administration de la ligne de l'Est va les faire mettre en expérience sur la voie, à l'un des points qui fatiguent le plus.

» Leur principal inconvénient tient à la cherté de l'alliage, cherté d'autant plus grande relativement que l'acier ordinaire pour rails coûte très-peu. Il n'y a pourtant aucun rapport entre l'accroissement de prix dû au tungstène et la valeur commerciale de ce métal qui, obtenu pur par la décomposition de l'acide tungstique, se vend $1^f 50^c$ le gramme. A ce taux, la quantité qui s'en trouve dans 100 kilogrammes de nos rails vaudrait 837 francs, et le mètre courant, dont le poids est de 35^{kil}, 853, en contiendrait pour $299^f 80^c$. En comparaison de ces énormes chiffres, le renchérissement dont nous parlons est presque nul, parce que le mode de réduction diffère absolument. Ici le tungstène, révivifié par l'action du charbon sur le minerai, reste mélangé avec le fer, le manganèse, un peu de quartz, de la gangue et une certaine dose du charbon réducteur. La dépense est beaucoup moindre qu'en isolant le métal à l'état de pureté, sans que la facilité pour le combiner avec la fonte en soit affaiblie. Voici une estimation de la différence maxima des prix de revient, différence causée par l'achat du wolfram, son agglomération et la formation de l'alliage. La dépense pour agglomérer est minime; quant à l'alliage, il y a une simplification économique à faire. En effet, plusieurs usines ont déjà remplacé par des cubilots les fours à réverbère servant à fondre la fonte recarburante; or, rien n'empêche de préparer l'alliage dans ces cubilots, pour le verser immédiatement dans le convertisseur. On supprimerait ainsi une fusion et les pertes de tungstène dans le four à réverbère. Avec cette marche et les précautions que j'ai indiquées ailleurs, le déchet de tungstène ne dépasserait pas le tiers de la quantité mise dans le cubilot. Mais, afin de comprendre dans une même évaluation tous les frais accessoires, supposons-les représentés par la valeur d'une quantité de tungstène double de celle qui existe dans l'acier produit; l'excédant de dépense, ainsi calculé, sera plutôt au-dessus qu'au-dessous de ce qu'il est réellement.

» En comptant sur cette base, au prix de $2^f 30^c$ le kilogramme du wolfram employé, contenant 67 pour 100 de tungstène, on trouve une augmentation de $3^f 80^c$ par 100 kilogrammes et de $1^f 44^c$ par mètre courant pour l'acier de nos rails. Cette différence ne serait pas plus grande avec des aciers de qualité supérieure, et se trouverait largement compensée par l'amélioration que produirait le tungstène. »

GÉOLOGIE. — *Exploration orographique des contrées mexicaines* (*Californie et Mexique*) *de* 1864 *à* 1867; *par* **M. E. Guillemin-Tarayre.** Mémoire présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Boussingault, Combes, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« La mission qui me fut confiée en 1864, par M. le Ministre de l'Instruction publique, au nom de la Commission scientifique du Mexique, avait pour but de reconnaître et de décrire, au point de vue géologique et minéralogique, les gisements minéraux dont les contrées de l'Amérique du Nord comprises entre le 41e et le 19e degré de latitude N. offrent des exemples si multipliés. A cette étude se rattachaient les divers sujets d'observation que comporte d'ordinaire le programme d'une exploration de ce genre.

» Après avoir atteint la Californie, par les Antilles et Panama, j'employai les premiers mois de mon séjour sur le continent américain à parcourir les nouveaux centres de production de l'argent dans l'État de Nevada. Les mines de Washoë, d'Austin, d'Aurora, du comté d'Humboldt, etc. ont été successivement visitées. On sait que ces exploitations, conquêtes nouvelles de l'industrie nord-américaine sur les plateaux déserts et arides du Nouveau-Mexique, ont acquis en moins de dix ans, un chiffre de production qui atteint presque celui du Mexique, et qui s'est élevé à près de 400 tonnes d'argent pendant la dernière année.

» L'étude des filons de cette région m'a indiqué deux directions rectangulaires pour l'enrichissement des veines métallifères : une direction N. O., en relation avec les porphyres dioritiques, et une direction N. E., pour les filons encaissés dans les granites; l'allure des gîtes minéraux est intimement liée aux divers soulèvements et aux accidents géognostiques qui ont modelé le relief de la cuvette continentale à laquelle le général Fremont a donné le nom de *Grand-Bassin*.

» A l'appui de mes observations, j'adressai, dès les premiers mois de 1865, à la Commission du Mexique une collection nombreuse d'échantillons de roches et de minéraux, plusieurs Mémoires et Cartes qui font partie des matériaux que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Les mines de Californie furent visitées pendant l'hiver et le printemps suivant. La disposition si nette des zones minérales, distribuées suivant des alignements parallèles à l'axe de soulèvement de la Sierra-Nevada, a été reconnue : les filons de quartz aurifère forment un faisceau non interrompu

qui s'étend suivant la région de contact des terrains secondaires et des roches cristallines (diorite, syénite, granite) qui constituent le noyau de la chaîne. Les enrichissements d'or se sont plus fréquemment introduits dans la masse des schistes que dans les quartz des filons. La présence des diorites et des serpentines joue également un rôle important dans la distribution du métal précieux. La zone du cuivre s'étend au pied de la Sierra, et se trouve signalée par la présence des trapps. Dans un second bourrelet montagneux, parallèle à la grande chaîne et plus rapprochée de l'Océan (Coast-Range), se montrent les dépôts de lignite, de borax, de pétrole, d'oxyde d'étain et de cinabre.

» Les caractères minéralogiques de ces divers gisements et leur situation respective au milieu des masses géologiques ont été fixés dans trois cartes géologiques, par des planches et des Mémoires qui résument l'exposé des travaux de la première partie du voyage.

» De la haute Californie, je passai dans la longue péninsule de la basse Californie qui lui fait suite. On y retrouve les roches granitiques dessinant une chaîne médiane en prolongement direct sur la Sierra-Nevada, puis les mines d'argent occupant, avec des porphyres, le versant oriental, tandis que, sur le versant opposé, les placers se représentent au milieu des schistes secondaires. La Sierra-Nevada, avec son prolongement en basse Californie, mesure un arc de grand cercle de 2400 kilomètres de longueur, et conserve, comme on le sait, sur toute cette distance un caractère géognostique constant, digne de fixer l'attention des minéralogistes.

» L'exploration du Mexique, entreprise de 1865 à 1867, me fit parcourir les côtes de la Sonora, du Sinaloa, pénétrer à l'intérieur par San-Blas, les mines du Jalisco et Guadalajara, puis gagner Mexico, d'où je repartis pour atteindre l'extrémité nord du pays à Chihuahua ; j'explorai ensuite la Sierra-Madre du Pacifique et les hauts plateaux intérieurs autour des exploitations de Durango, Zacatecas, San-Luis-Potosi, Catorce, Guanajuato, Real-del-Monte, etc.

» Un itinéraire de près de 9000 kilomètres me permit de reconnaître la constitution topographique et géologique du Mexique, qui m'apparut bien différente de ce qu'on la croit généralement. Je ne trouvais point cette grande chaîne médiane qui dessine sur toutes nos cartes une sorte d'épine dorsale de l'Amérique ; c'est, au contraire, une surface de plateaux limités vers les deux mers par des chaînes parallèles.

» Du côté du golfe, les plateaux sont soutenus par une chaîne côtière ; elle traverse l'État de Oajaca, où elle se signale par la cime du Cempoal-

tepec, se continue jusqu'aux Cumbres, supporte le volcan d'Orizaba, le Coffre de Perote, se poursuit, sous le nom de Sierra-Madre, au nord de l'État de Vera-Cruz, et se propage en rameaux parallèles jusqu'au Rio-Grande-del-Norte. Cette chaîne, avec ses plis latéraux, forme une suite naturelle de gradins, sur lesquels on rencontre ces climats variant avec l'altitude, et désignés dans le langage local par les noms de *tierras calientes, templadas y frias*.

» Au sud, les plateaux sont limités par une ligne remarquable de volcans, dirigée de l'est à l'ouest. Cette ligne, que M. de Humboldt a le premier signalée à l'attention des géologues, ne forme pas une chaîne continue, mais elle marque le sens général du revers sud des plateaux intérieurs vers l'océan Pacifique.

» La région comprise dans l'angle formé par la rencontre de la Cordillière volcanique avec la Sierra-Madre du golfe est précisément la fameuse *Mesa d'Anahuac*, qui renferme la vallée ou plutôt le bassin de Mexico. Le niveau du sol de cette ville est placé à 2275 mètres d'altitude. Le niveau moyen des plateaux, vers le centre, varie de 1800 à 1900 mètres, et l'altitude diminue vers le nord du Mexique : elle n'est plus que de 1400 mètres autour de Chihuahua et de moins de 1200 mètres auprès du Paso-del-Norte.

» Du côté du Pacifique, les plateaux sont limités par la grande chaîne de la Sierra-Madre occidentale, qui s'étend sans interruption depuis l'Arizona jusqu'au Rio-Grande de Santiago, près de Guadalajara ; ce massif orographique est parallèle à la sierra du golfe et affecte la même orientation que la Sierra-Nevada de Californie, de telle sorte que ces trois grandes chaînes appartiennent à un même système de soulèvement, qui se rapporte à un des grands cercles du système pentagonal de M. Élie de Beaumont. L'intérieur des plateaux possède, comme mouvements orographiques, des chaînons assez rapprochés vers le centre, et qui deviennent plus espacés et plus isolés à mesure que l'on s'engage vers le nord.

» Muni d'excellents instruments du dépôt de la Marine, j'ai pu fixer mon itinéraire par des triangulations et par un grand nombre de stations déterminées astronomiquement ; l'hypsométrie s'est enrichie de 4000 cotes de niveau, déterminées au baromètre Fortin. M. le Ministre de l'Instruction publique, appréciant l'importance de ce travail et l'intérêt qu'il y aurait de résumer les connaissances géographiques acquises sur le Mexique, me chargea, par un arrêté du 14 janvier dernier, de préparer l'établissement d'une carte générale du Mexique, et M. le Ministre de la Guerre voulut bien m'autoriser à puiser dans les documents topographiques du corps expédi-

tionnaire. Par les travaux orographiques dont je viens de donner une idée, les déterminations géologiques et minéralogiques de mon voyage auront ainsi une base fixe, où elles pourront prendre leur véritable signification.

» Les observations et les fossiles recueillis pendant mon voyage me permettront de combler plusieurs lacunes que présente la stratigraphie mexicaine et d'étendre le champ des déterminations; à côté de cette vaste étude des terrains sédimentaires, il s'en présente une autre d'une extrême importance, c'est celle des roches métamorphiques : elles se font remarquer par la vaste étendue qu'elles occupent, par les variétés qu'elles présentent et par les propriétés métallifères qui distinguent certaines d'entre elles.

» Dans une prochaine Note, j'exposerai les résultats géologiques obtenus sur le parcours de mon itinéraire, et je décrirai rapidement les diverses formations qui composent les plateaux et les chaînes. »

M. DE CALIGNY fait hommage à l'Académie d'une planche lithographiée, contenant les dessins des divers moteurs hydrauliques dont il l'a déjà entretenue à diverses reprises. Cette planche est accompagnée d'une Note sur les précautions à prendre pour construire des moteurs hydrauliques à flotteur oscillant, ou à piston oscillant, en vertu du mouvement acquis d'une colonne liquide, quand ils doivent avoir une grande puissance. Après avoir rappelé les divers Rapports qui ont été faits sur ces moteurs, et les écrits dans lesquels ils sont appréciés ou décrits, l'auteur ajoute : « Depuis que j'ai présenté ces moteurs à l'Académie, j'ai trouvé d'autres moyens d'élever l'eau dans les mêmes circonstances, sans employer ni piston ni pompe; mais j'ai pensé qu'il était utile, pour fixer les idées relativement aux services qu'ils pourront rendre dans des conditions mieux appropriées à leur principe, de rappeler que, sans s'arrêter, ils ont fait marcher des pompes élevant l'eau à des hauteurs variables, au moyen d'une chute variable dans des limites très-étendues. »

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant.)

M. BLANCHARD transmet à l'Académie quelques nouveaux documents relatifs à la plante désignée sous le nom de *Cou-den*, dont il lui avait adressé des échantillons de racines (*Comptes rendus*, 1868, t. LXVII, p. 556). Le nom de Cou-den, ou *Coûi-dean*, est donné à plusieurs espèces du genre *Croton*. Cinq espèces de ce genre présentent, dans l'écorce de leurs racines, des propriétés à peu près identiques, et la thérapeutique indigène les emploie indifféremment dans les mêmes maladies, dyssenterie et dyspepsie :

« L'emploi de 20 à 50 grammes par jour, en trois ou quatre infusions, a pour effet de calmer les douleurs intestinales. Comme le cubèbe, le *coûi-dean* est un violent excitant du tube digestif, mais il ne détermine pas de diarrhée; il a même pour propriété de la couper ou de l'atténuer. A un malade atteint de fièvre et de dyssenterie, on peut administrer la quinine, sans en craindre les effets purgatifs, si l'on administre en même temps le coûi-dean. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bussy, Wurtz, Cahours.)

M. **Gaube** adresse une Note concernant « la clématine, le sulfate neutre de clématine et la clématite ». L'auteur donne le nom de *clématine* à un principe qui s'extrait de la *Clematis vitalba;* ce principe est alcalin, et peut former avec l'acide sulfurique un composé cristallisant en aiguilles hexagonales. Les substances dont l'auteur a pu manifester la présence dans la clématite sont : 1° une huile essentielle, à laquelle elle doit des propriétés semblables à celles du garou; 2° du tannin et des substances mucilagineuses; 3° des sels terreux en petite quantité; 4° la clématine ou l'un de ses sels.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Zaliwski-Mikorski** soumet au jugement de l'Académie une modification de la pile voltaïque, dont les électrodes consistent en une lame de charbon et une lame de cuivre, plongeant dans un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique étendus d'eau.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Patau** adresse une « Théorie de la chaleur et de la lumière ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. **Thélu** adresse quelques documents sur ses essais relatifs à la culture de la pomme de terre.

Cette Note sera soumise, ainsi que la précédente, à la Section d'Économie rurale.

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret impérial, rendu le 24 février 1869, par lequel l'Académie est auto-

risée à accepter la donation faite par les Dames Delessert, Hottinguer et Bartholdi, veuve et filles de feu François Delessert, de la Bibliothèque botanique successivement fondée, entretenue et continuée par Benjamin et François Delessert, sous la condition que cette Collection sera installée dans une salle distincte de la Bibliothèque de l'Institut, sous le nom de *Bibliothèque botanique Delessert*.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le Tableau général des mouvements du cabotage en 1867, qui forme la suite et le complément du Tableau du commerce de la France pendant la même année.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de *M. Quetelet*, intitulé : « Physique sociale, ou Essai sur le développement des facultés de l'homme ». « Cet ouvrage, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi, renferme le travail de toute ma vie, car c'est pendant ma jeunesse, qu'animé par les sentiments de bienveillance de Laplace, Fourier, Poisson, j'osai entreprendre ce qui était, sans doute, au-dessus de mes forces. Je donne aujourd'hui ce que j'ai pu obtenir... »

2° Une traduction de l'ouvrage de *M. Otto:* « Instruction sur la recherche des poisons et la détermination des taches de sang dans les expertises chimico-légales »; par *M. Strohl*. Cette traduction est faite sur la troisième édition allemande.

3° Une brochure de M. l'abbé *Moigno :* « Science anglaise, son bilan au mois d'août 1868. Réunion à Norwich de l'Association britannique pour l'avancement des sciences ».

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les appareils de distribution à deux tiroirs des machines à vapeur.* Note de **M. Deprez**, présentée par M. Combes.

« Les inconvénients inhérents à l'emploi du tiroir simple à recouvrements, mû par un excentrique circulaire, quand on veut lui faire produire des détentes un peu prolongées, ont conduit depuis longtemps les constructeurs à avoir recours à deux tiroirs superposés, menés chacun par un excentrique, de calage et de rayon déterminés. Le tiroir qui glisse immédia-

tement sur la plaque des lumières, que j'appellerai *tiroir principal*, est le tiroir ordinaire avec ou sans recouvrements, légèrement modifié dans sa forme. La vapeur ne peut arriver aux lumières du cylindre qu'en passant par des canaux pratiqués dans l'épaisseur des rebords de ce tiroir. Sur sa face supérieure, glisse une plaque ou glissière, dont la fonction est de fermer en temps utile les canaux pratiqués dans le tiroir principal. Ce dernier est conduit par un excentrique dont les éléments sont déterminés, comme d'habitude, de façon à admettre la vapeur motrice au point mort et à prolonger l'admission pendant presque toute la course. Quant à la glissière, elle doit satisfaire aux conditions suivantes : le piston étant, par exemple, à l'extrémité gauche de sa course, la glissière doit avoir démasqué la lumière de gauche du tiroir principal ; elle doit la fermer en un point quelconque de la course du piston, déterminé d'avance; enfin elle ne doit pas la rouvrir avant que le tiroir principal ait fermé la lumière de gauche du cylindre. Pour pouvoir remplir ces conditions, il faut connaître la loi du mouvement relatif de la glissière, par rapport au tiroir principal.

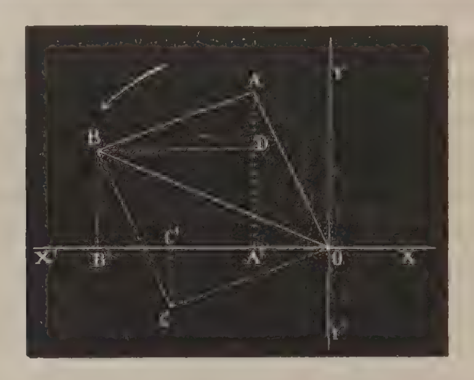
» Voici à ce sujet un théorème très-simple que je crois nouveau :

« Si l'on considère le rayon de l'excentrique principal et le rayon de
» l'excentrique de la glissière comme étant respectivement le côté et la
» diagonale d'un parallélogramme, et que l'on construise ce parallélo-
» gramme, la projection orthogonale sur l'axe de la machine du côté ad-
» jacent aux deux rayons d'excentrique représentera la distance des centres
» de symétrie du tiroir principal et de la glissière. »

» Cela revient à dire que le mouvement relatif de la glissière, par rapport au tiroir principal, est le même que si, ce dernier étant fixe, la glissière était mue par un troisième excentrique, dont le rayon serait représenté en grandeur et en direction par le second côté du parallélogramme qui vient d'être défini. Je désigne ce troisième excentrique sous le nom d'*excentrique fictif*.

» Soient : OX la direction de la manivelle motrice quand le piston est à l'extrémité de sa course; OA le rayon de l'excentrique principal; OB le rayon de l'excentrique de la glissière. Si nous négligeons l'influence de la longueur des barres d'excentriques, ce qui est permis en pratique, les distances du tiroir et de la glissière à leur position moyenne seront respectivement égales à OA′ et OB′, projections orthogonales de OA et OB sur OX. La distance des centres de symétrie du tiroir et de la glissière sera donc égale à $A'B' = BD$. Construisons le parallélogramme OABC et projetons orthogonalement le point C en C′; il est facile de voir que le triangle

rectangle OCC′ sera égal au triangle ABD, à cause de AB = OC et de l'angle ABD = C′OC. Donc OC′ = BD = B′A′.



» La démonstration analytique de ce théorème est également simple. Le mouvement relatif des deux tiroirs étant ainsi ramené au mouvement absolu d'un tiroir simple, mû par un excentrique circulaire, il est très-facile d'étudier complétement la distribution produite, soit par le calcul, soit par des tracés graphiques tels que celui de M. Zeuner ou le mien (1). On peut donc déterminer très-rapidement les éléments de l'excentrique de détente, de manière à satisfaire aux conditions qui ont été énoncées plus haut. Ce théorème simplifie beaucoup l'étude des appareils tels que celui de Meyer, l'appareil de Polonceau à double cylindre, etc. Dans le cas où les tiroirs seraient menés par des coulisses de Stephenson, cela n'offrirait aucune difficulté, puisque l'on peut toujours ramener le mouvement produit par un point quelconque d'une coulisse à celui que produirait un excentrique circulaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution du toluène et des alcaloïdes qui en dérivent.* Note de **M. A. Rosenstiehl**, présentée par M. Balard.

« La transformation du toluène en deux alcaloïdes isomères et de même point d'ébullition semble devoir donner des renseignements précieux sur la constitution des hydrocarbures homologues de la benzine. La question que je chercherai à résoudre dans ce Mémoire est celle-ci : « Le toluène, » tel qu'il est connu aujourd'hui, est-il un mélange de deux hydrocarbures

---

(1) *Voir* à ce sujet l'ouvrage de M. Combes intitulé : *Études sur la Distribution de la vapeur dans les machines au moyen d'un tiroir unique.*

» isomères, qui donneraient naissance aux deux toluidines? ou bien, le » toluène est-il un principe immédiat unique, qui, sous l'action diverse » de l'acide nitrique, se convertit en deux dérivés nitrés différents?... »

» J'ai cherché d'abord à convertir chacune des toluidines en toluène, et à faire l'étude comparative des produits. La méthode que j'ai essayé d'appliquer est celle que l'on doit à M. Hofmann, et qui repose sur la conversion des alcaloïdes en cyanures du même radical : à l'aide de ce cyanure, on passe à l'acide de la série homologue supérieure. La distillation sèche des toluates obtenus aurait fourni du toluène. Comme M. Hofmann a décrit les dérivés qu'il a obtenus avec la toluidine, je me bornerai ici à mentionner les produits obtenus avec la pseudotoluidine. Le formiate de cet alcaloïde, soumis à la distillation sèche, se convertit en eau et en formiamide correspondante; en même temps, une notable portion de cette dernière se décompose en oxyde de carbone et en pseudotoluidine. La pseudotoluylformiamide cristallise en belles paillettes nacrées, fort peu solubles dans l'eau, mais aisément solubles dans une dissolution de formiate de pseudotoluidine.

» Elle fond vers 50° C. et est solide à 30 degrés. Pendant le refroidissement, le thermomètre reste un instant stationnaire à 44°,4. Son analyse conduit à la formule

$$Az \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{CHO} \\ \mathrm{C^7H^7}\,(\beta) \\ \mathrm{H} \end{array} \right.$$

» Soumise à la distillation sèche, elle se décompose en grande partie en CO et $C^7H^9Az(\beta)$.

» Le même dédoublement a lieu si on la distille avec l'anhydride phosphorique, le chlorure de zinc fondu ou l'acide chlorhydrique fumant; on observe en même temps la formation d'une substance neutre, dont l'odeur rappelle celle des cyanures. Ce corps bout entre 205 et 210 degrés, dégage de l'ammoniaque par une ébullition prolongée avec la potasse alcoolique; la solution alcaline, saturée par un acide, laisse déposer des paillettes cristallisées d'un acide sublimable, qui paraît être l'un des acides toluiques. Malheureusement le rendement est très-faible. Quoique j'aie sacrifié beaucoup de matière, il m'a été impossible de me procurer assez de cet acide pour en faire une étude comparative, encore moins pour le convertir en toluène. J'en étais là de mes recherches, quand M. Berthelot me fit demander un échantillon de pseudotoluidine pure, dans l'intention d'en opérer la réduction par l'acide iodhydrique, à l'aide de la méthode de

réduction dont il est l'auteur. Il a obtenu des résultats décisifs, et il a eu la générosité de mettre à ma disposition ceux qui rentrent dans le cadre de ce travail. (*Voir* plus loin la Lettre de M. Berthelot, datée du 5 décembre 1868.)

» La méthode de réduction par l'acide iodhydrique a donc fait faire un pas important à la question qui me préoccupait, et ce résultat a été atteint en peu de jours et avec une petite quantité de matière. J'ajouterai encore un mot relatif à la formation de benzine observée par M. Berthelot. La pseudotoluidine qui a servi aux expériences mentionnées ne pouvait pas contenir d'aniline; si la benzine se trouve parmi les produits de la réduction, elle résulte sans doute d'un dédoublement de l'alcaloïde. J'ai annoncé, dans un précédent Mémoire, que les agents d'oxydation (acide arsénique) occasionnent la formation d'un peu d'aniline aux dépens de la pseudotoluidine; la formation de rosaniline et de pseudorosaniline, avec la toluidine liquide de M. Coupier, est un fait de même ordre.

» La pseudotoluidine, en donnant un dérivé de C^6H^6, doit nécessairement en produire un autre plus riche en carbone, mais que je n'ai pas encore su saisir. M. Berthelot m'annonce aussi que « le toluène régénéré est » accompagné par une quantité faible, mais sensible, de carbures plus » condensés et volatils jusqu'à 200 degrés et au-dessus. »

» Je reviens au toluène. Le fait de la formation de deux dérivés différents avec le même hydrocarbure devait être vérifié par un plus grand nombre d'expériences. M. Berthelot a examiné : 1° du toluène ayant subi l'action de la chaleur rouge; 2° du toluène provenant de la décomposition, au rouge, du xylène; et il a pu constater la formation, dans les deux cas, de toluidine et de pseudotoluidine, par la réduction des dérivés nitrés.

» Il m'a paru nécessaire de tenter les mêmes expériences avec le toluène obtenu par synthèse par le procédé de MM. Fittig et Tollens. Ces chimistes annoncent que leur toluène est identique avec celui du goudron, parce qu'il peut être transformé en toluidine de MM. Muspratt et Hofmann. D'après mes expériences, il fallait, pour que l'identité fût complète, que le produit de MM. Fittig et Tollens pût fournir non-seulement de la toluidine, mais aussi la pseudotoluidine. J'ai préparé et isolé en nature les deux alcaloïdes obtenus avec le toluène d'origine synthétique.

» Le même résultat a été atteint en traitant le toluène provenant de la distillation sèche du baume de Tolu. La conclusion de tous ces faits est presque forcée. Sept échantillons de toluène obtenus par autant de méthodes différentes ont donné le même résultat : un nitrotoluène cristallisé

correspondant à la toluidine et un nitrotoluène liquide correspondant à la pseudotoluidine. Il m'a semblé cependant qu'il fallait une preuve de plus. Les différents toluènes sur lesquels on avait opéré pouvaient tous avoir été un mélange de deux toluènes isomères; pour écarter cette hypothèse, je me suis attaché à étudier avec soin l'action de l'acide nitrique sur un seul et même toluène; j'ai choisi celui du goudron, dont M. Coupier m'avait abondamment pourvu. Si cet hydrocarbure était un mélange, il devait me donner, par les méthodes les plus variées, toujours la même proportion des deux nitrotoluènes. Pour que cette partie de mon travail pût être effectuée avec succès, et donner des résultats concluants, il fallait une méthode rapide et exacte de dosage des deux toluidines. Je décrirai ailleurs une méthode volumétrique, sensible et exacte, qui m'a permis de doser la toluidine et la pseudotoluidine dans un mélange. Nous avons fait, M. Nikiforoff et moi, l'analyse d'un grand nombre d'alcaloïdes obtenus par réduction des nitrotoluènes, préparés dans les conditions les plus diverses, et nous avons constaté les faits suivants :

» 1° Il se forme toujours deux nitrotoluènes fournissant par réduction les deux toluidines;

» 2° La proportion des deux dérivés nitrés n'est pas constante. Nous n'avons pas réussi à obtenir plus de 66 pour 100 de toluidine, et pas moins de 33 pour 100. Par la méthode des fabriques, on obtient des proportions qui oscillent entre 40 et 60 pour 100 de nitrotoluène cristallisé.

» Les idées théoriques qui ont été émises jusqu'ici sur la constitution du toluène ne permettent pas de se rendre compte de la formation simultanée de ces dérivés nitrés. A la suite de la belle synthèse de MM. Fittig et Tollens on a écrit la formule rationnelle du toluène $G^6H^5.GH^3$; cette formule montre que cet hydrocarbure contient deux radicaux différents. La substitution de NH^2 dans le groupe GH^3 produit un alcaloïde analogue à la méthylamine : c'est la benzylamine, correspondant à l'alcool benzylique (Cannizzaro). La substitution de NH^2 dans le radical G^6H^5 produit un alcaloïde homologue de l'aniline, c'est-à-dire la toluidine correspondant au phénol cressylique. Cette théorie ingénieuse est insuffisante pour rendre compte de deux dérivés nitrés et de deux alcaloïdes. Je demande la permission de hasarder ici une hypothèse qui me paraît d'accord avec les faits connus.

» M. Berthelot, en réalisant la synthèse de la benzine à l'aide de l'acétylène, a prouvé par là que cette dernière contient 6 atomes de carbone disposés par paires en trois groupes :

$$G^2H^2.G^2H^2.G^2H^2.$$

Ces trois groupes me paraissent être équivalents par rapport à l'action de l'acide nitrique (1), c'est-à-dire qu'ils jouissent tous les trois au même degré des mêmes fonctions chimiques, et qu'aucun ne domine par rapport aux deux autres. Ce qui me décide à adopter cette opinion, c'est que jusqu'ici on n'a signalé dans l'action de l'acide nitrique sur la benzine qu'un seul dérivé nitré, correspondant à une seule aniline.

» L'hypothèse que je formule perdra toute sa valeur le jour où l'on découvrira deux anilines isomères dans les produits de la réduction de la nitrobenzine. Quel que soit le groupe de carbone où le radical $NΘ^2$ se substitue à H, la benzine devra fournir le même produit.

» Cette parfaite symétrie des trois groupes $Ꞓ^2H^2$ cesse d'exister dans le toluène : ici le radical $ꞒH^3$ est venu remplacer 1 atome H dans l'un des groupes $Ꞓ^2H^2$, et celui-ci se trouve placé dès lors dans des conditions d'équilibre toutes différentes. J'écris la formule du toluène :

$$Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H(ꞒH^3).$$

Il est aisé de reconnaître dans cette molécule trois groupes de carbone différents; le premier groupe, formé par $Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H^2$, contient ces deux radicaux placés dans des conditions équivalentes. La substitution peut se faire indifféremment dans l'une des deux molécules $Ꞓ^2H^2$. Le deuxième groupe, formé par $Ꞓ^2H$, contient 1 atome H dérivé de la benzine; la substitution de $NΘ^2$ peut se faire là, et devra donner par réduction l'une des deux toluidines. Le troisième groupe, formé par $ꞒH^3$, ne se prête pas à la substitution nitrique; mais il peut donner naissance à un alcaloïde (la benzylamine). D'après ces idées, l'une des deux toluidines peut se représenter par

$$Ꞓ^2H(AzH^2) . Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H(ꞒH^3) \quad \text{ou} \quad Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H(AzH^2) . Ꞓ^2H(ꞒH^3),$$

l'autre par

$$Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2H^2 . Ꞓ^2(AzH^2)(ꞒH^3). \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur le même sujet; par* **M. Berthelot.** Lettre à M. Rosenstiehl, présentée par M. Balard.

« La pseudotoluidine que vous m'avez envoyée, chauffée avec soixante fois son poids d'acide iodhydrique ($d = 2$) à 270° C., se transforme en hydrure d'heptylène et en ammoniaque, à peu près en totalité :

$$C^{14}H^9Az + 5H^2 = C^{14}H^{16} + AzH^3.$$

(1) Ils peuvent ne pas être équivalents par rapport à l'action du chlore.

Elle se comporte donc comme la toluidine, et se distingue au contraire de la méthylaniline.

» Avec 20 parties d'hydracide, la pseudotoluidine fournit du toluène, produit principal et presque exclusif,

$$C^{14}H^{9}Az + H^{2} = C^{14}H^{8} + AzH^{3},$$

avec une trace seulement de benzine et d'un carbure condensé.

» Avec 40 parties d'hydracide, j'ai obtenu un mélange de toluène et d'hydrure d'heptylène, faciles à séparer par l'acide nitrique fumant.

» Les réactions de la toluidine et de la pseudotoluidine sont donc les mêmes à l'égard de l'acide iodhydrique.

» J'ai fait quelques essais comparatifs sur le toluène régénéré de la pseudotoluidine et sur le toluène régénéré de la toluidine, au moyen de l'acide iodhydrique. Bien que la proportion des deux carbures fût trop faible pour une étude complète, j'ai pu cependant observer quelques résultats à l'aide des élégantes réactions colorées que vous avez découvertes.

» Le toluène de la pseudotoluidine a fourni un dérivé nitré, en grande partie cristallisé; l'alcali régénéré renfermait une trace d'aniline, d'où je conclus celle d'une trace de benzine; il contenait aussi de la pseudotoluidine. Enfin, en le traitant par l'acide sulfurique bihydraté, on a développé une coloration rouge qui a viré au violet (fugitif) sous l'influence des vapeurs nitreuses (mélange de toluidine et de pseudotoluidine).

» Le toluène de la toluidine cristallisée a fourni un dérivé nitré liquide. L'alcali régénéré ne contenait qu'une proportion d'aniline nulle ou insensible; il contenait de la pseudotoluidine (réactions successives du chlorure de chaux, de l'éther et de l'acide sulfurique étendu). Enfin, en le traitant par l'acide sulfurique bihydraté, j'ai observé les mêmes phénomènes que ci-dessus. La teinte obtenue dans les deux cas est celle qui appartient à un mélange de toluidine et de pseudotoluidine.

» On peut observer la réaction bleue de la toluidine pure sur des quantités presque infinitésimales de cet alcali, en opérant par le tour de main suivant, que vous connaissez sans doute, mais que je prends la liberté de vous signaler. Il suffit d'agiter une solution aqueuse de toluidine avec de l'éther, d'évaporer l'éther à sec dans une petite capsule, d'y verser 2 ou 3 centimètres cubes d'acide sulfurique bihydraté, puis d'exposer le tout aux vapeurs de l'acide nitrique fumant. La belle coloration bleue que vous avez découverte se manifeste aussitôt.

» En résumé, les deux toluidines me paraissent avoir reproduit le même

toluène, capable de régénérer à la fois les deux alcalis. L'isomérie ne semble donc pas résider dans le carbure. La pseudotoluidine a reproduit en outre une petite quantité de benzine et d'un carbure condensé complémentaire.

» Dans un Mémoire inédit, qui est entre les mains des Secrétaires de la Société Chimique, j'étais arrivé à expliquer l'isomérie des deux toluidines par des considérations toutes semblables à celles que M. Rosenstiehl developpe de son côté et d'une manière indépendante. En effet, la benzine étant formée par l'association de trois molécules d'acétylène, les corps dérivés de la benzine par deux réactions successives peuvent offrir des cas de métamérie, selon que ces réactions portent toutes deux sur la même molécule d'acétylène ou bien sur deux molécules distinctes. C'est ce que montrent les équations génératrices suivantes :

$$\underbrace{C^4H^2(C^4H^2)(C^4H^2)}_{\text{Benzine.}} + \underbrace{[A - B]}_{1^{re}\text{ réaction.}} + \underbrace{[C - D]}_{2^{e}\text{ réaction.}}.$$

Dérivés métamères :

$$(C^4H^2 + [A - B] + [C - D])(C^4H^2)(C^4H^2),$$
$$(C^4H^2 + [A - B])(C^4H^2 + [C - D])(C^4H^2).$$

Cette conséquence est indépendante de toute formule rationnelle spéciale, aussi bien que du rôle identique ou dissemblable (1) que peuvent remplir les trois molécules d'acétylène. Elle s'applique aux benzines chloronitrées, aux benzines nitrométhylées (nitrotoluènes), aux benzines amidométhylées (toluidines), aux benzines diméthylées (xylènes), etc. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la combustion de la houille* (troisième Partie). Note de **MM. A. Scheurer-Kestner** et **Meunier**, présentée par M. Balard.

« *Calculs et données pratiques.* — A la suite des deux premières Parties de nos recherches, qui nous ont conduits à la connaissance de la chaleur de

---

(1) L'isomérie des trois corps, $C^{12}H^6O^4$ (oxyphénol, résorcine, hydroquinon), semble indiquer que le rôle des trois molécules d'acétylène n'est pas exactement le même. Je rappellerai, en outre, que l'introduction de la molécule méthylique dans la formation des méthylbenzines fait naître une nouvelle cause de métamérie des dérivés, distincte des précédentes, et bien connue depuis quelque temps.

Répartition du calorique provenant de la combustion de la houille sous un générateur à vapeur (à trois bouilleurs et six réchauffeurs).

(Les nombres se rapportent à 1 kilogramme de houille pure; ces nombres sont proportionnels à la chaleur de combustion.)

DÉSIGNATION du combustible.	CALORIES dans la vapeur.		PRODUITS gazeux.		NOIR de fumée.		VAPEUR des gaz.		GAZ combustibles.		CALORIES totales.		CHALEUR de combustion observée.	DIFFÉRENCES.		RENDEMENTS pratiques en eau à 0° vaporisée.
	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.		Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	
																kil.
Ronchamp............	5899	65,0	470	5,1	35	0,4	270	3,0	448	4,9	7132	78,4	9117	2000	21,9	9,16
Saarbruck :																
Friederichstahl.....	4986	59,0	372	4,4	63	0,7	282	2,9	498	7,0	6262	74,0	8457	2159	25,5	7,73
Duttweiler..........	5317	60,8	443	5,0	33	0,4	288	2,8	595	5,0	6481	74,0	8724	2193	25,2	8,25
Louisenthal....... .	4698	57,2	315	3,8	61	0,7	295	3,7	838	9,7	6181	75,1	8215	2044	25,2	7,29
Altenwald.........	5323	61,3	481	5,6	34	0,4	303	3,2	438	3,2	6376	73,7	8633	2219	23,4	8,27
Heinitz.............	5050	59,4	443	5,1	49	0,5	268	3,5	273	6,8	6374	75,2	8487	2073	25,5	7,83
Soulzbach...........	4994	59,2	486	5,7	33	0,4	303	3,1	604	5,3	6225	73,6	8451	2185	24,6	7,76
Von der Heydt.. ...	4990	59,2	457	5,4	49	0,6	321	3,4	450	7,3	6397	75,9	8462	2021	25,8	7,72
Blanzy :																
Montceau..........	5067	60,6	476	5,7	62	0,7	325	3,3	624	6,0	6387	76,3	8325	1885	23,6	7,41
Anthraciteux........	5520	60,8	702	7,7	35	0,3	288	2,1	500	4,9	6952	75,8	9100	2108	22,7	8,69
Creusot..............	5900	62,8	691	7,3	35	0,3	224	2,0	247	2,4	7053	74,8	9412	2330	24,5	9,15
$\frac{2}{3}$ *Creusot*, $\frac{1}{3}$ *Ronchamp* .	6230	67,2	619	6,6	36	0,3	246	2,3	228	2,4	7332	78,8	9310	1951	21,0	9,68
Charbon de bois.......	4892	60,8	852	10,5	0	0	0	0	168	2,1	5912	73,4	8080	2168	26,6	7,62

combustion d'un grand nombre de sortes de houille et des pertes dues au dégagement des gaz combustibles et du noir de fumée, nous avons entrepris l'étude de la distribution du calorique dans les différents organes d'un générateur à vapeur.

» Il nous est impossible de donner ici tous les détails de nos expériences (1); mais le tableau ci-joint rend compte des résultats que nous avons obtenus avec une chaudière à vapeur à trois bouilleurs et six réchauffeurs, type très-connu et généralement adopté en Alsace. Le générateur que nous avons eu à notre disposition est bien monté; les rendements en eau vaporisée ne sont pas inférieurs aux meilleurs, qui ont pu être constatés en Alsace dans ces dernières années; nos observations s'appliquent donc à un instrument établi dans les meilleures conditions connues pour ce type particulier.

» Le calorique, dans ses différents effets, se trouve réparti ainsi qu'il suit :

» 1° Calorique nécessaire à l'eau vaporisée.

» 2° Calorique correspondant au dégagement des gaz combustibles et du noir de fumée.

» 3° Calorique correspondant aux parties combustibles perdues dans les cendres.

» 4° Calorique sensible des produits gazeux de la combustion et de la vapeur d'eau qu'ils renferment.

» 5° Calorique ayant traversé la maçonnerie ou, en général, les surfaces enveloppantes.

» Nous avons reconnu, par une expérience directe, que le calorique perdu par suite de l'extraction des cendres et des escarbilles à la chaleur rouge, est négligeable dans des expériences de ce genre. Nos résultats sont approchés à deux ou trois centièmes; cet écart entre la théorie et l'expérience n'est pas considérable, si l'on tient compte des difficultés inhérentes à des observations aussi compliqués, et aux causes d'erreur multiples qui viennent influer sur les données qu'on recueille.

» L'essai des différents combustibles, sous notre générateur, a été poursuivi pendant plusieurs jours pour chaque sorte de houille; les nombres que nous indiquons représentent donc des moyennes. Ils sont plus dignes de confiance que ceux qu'on aurait obtenus après quelques heures d'expérimentation; car on fait disparaître, en agissant ainsi, une foule de causes

---

(1) Ils paraîtront dans le *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse*.

d'erreurs dont il est impossible de s'affranchir en faisant des essais de courte durée. Nous n'avons pas hésité à faire ce grand sacrifice de temps, en faveur d'une exactitude réelle dans nos indications.

» Le poids d'eau vaporisée a été déterminé par un double contrôle, ainsi que celui du combustible et des cendres obtenues. La houille et les cendres ont été analysées; les échantillons des unes et des autres ont été prélevées suivant la méthode que nous avons indiquée précédemment (1).

» La température de la vapeur a été mesurée au moyen d'un manomètre à air libre, dont les deux niveaux pouvaient être observés directement, sans le secours de flotteurs.

» Au moyen de l'analyse chimique des gaz et de l'emploi continuel de deux gazomètres, marchant à tour de rôle, nous avons déterminé la composition des produits gazeux de la combustion, et, par suite, le volume d'air introduit sous la grille.

» On verra dans le tableau précédent, comme dernière expérience, les nombres obtenus en brûlant du charbon de bois au lieu de houille. Nous avons fait cette expérience dans le but d'avoir un contrôle pour les nombres fournis par nos calculs sur l'emploi de la houille. En effet, le charbon de bois ne fournissant que fort peu de gaz combustible, et, ceux-ci étant de composition simple et connue, ne produisant pas de noir de fumée, les éléments du calcul sont moins nombreux, et par suite les causes d'erreur très-diminuées. On voit que les résultats obtenus avec ce corps s'accordent bien avec ceux que nous a fournis la houille.

» La différence entre la chaleur de combustion des combustibles et le total des calories retrouvées par le calcul de nos expériences a été considérée par nous comme représentant le calorique qui a traversé en pure perte les surfaces enveloppantes. On sera certainement frappé de ce résultat, que cette perte est d'environ un quart ou un cinquième du calorique total produit par la combustion.

» La constance du nombre qui, dans nos différentes expériences, représente cette perte, nous donne la confiance que nos résultats sont conformes à la vérité.

» Nous nous proposons de revenir prochainement sur les conclusions qui peuvent être tirées de ces données, et sur quelques expériences complémentaires. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, page 1009, deuxième Partie de nos recherches.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la composition du limon et de l'eau du Nil considérée au point de vue agricole; par* **M. A. Houzeau.**

« Dans un précédent Mémoire sur le blé d'Égypte, j'ai montré combien le blé qui avait crû dans la vallée du Nil (canton de Louqsor), sur un terrain n'ayant reçu ni fumure ni amendement d'aucune espèce, était pauvre en gluten, et, par suite, en azote. Il était intéressant, pour compléter cette étude, de s'assurer quelle pouvait être la composition du sol, qu'on sait être une alluvion du Nil, sur lequel la récolte avait eu lieu, ainsi que celle des eaux au sein desquelles le limon s'est formé; car, dans ces contrées, la rareté des pluies, contrairement à ce qui se passe dans nos climats, simplifie la question de statique agricole, qu'il est si difficile d'étudier chez nous par suite de l'apport incessant des engrais atmosphériques (nitrate et sels ammoniacaux) par les eaux pluviales.

» C'est encore à l'obligeance de M. Baroche que je dois les échantillons d'eau et de limon qui ont été analysés dans le laboratoire de l'École d'Agriculture de la Seine-Inférieure.

» Les dosages de l'ammoniaque et de l'acide nitrique ont été effectués suivant les méthodes de M. Boussingault.

» Voici la composition du limon du Nil, rapportée à 100 grammes de limon desséché à l'air :

	gr
Eau volatile à 110 degrés	7,70
Argile et silice	62,71
Oxyde de fer, de magnésium, et phosphate de fer en petite quantité	14,70
Carbonate de chaux et de fer	0,57
Alumine	8,27
Sulfate de chaux	0,56
Matières organiques et perte	5,49
	100,00

Azote, pour 100 : 0,0504.

» La pauvreté en gluten des blés d'Égypte du canton de Louqsor trouve maintenant son explication dans la faible teneur en azote du sol sur lequel ils se sont développés; de plus, la beauté et la régularité du climat de l'Égypte et l'absence absolue de toute addition d'amendement ou d'engrais quelconque à ce sol donnent, pour ainsi dire, à ces résultats agricoles obtenus sur une vaste échelle la précision d'expériences de chimie végétale accomplies dans le laboratoire. Ces analyses semblent établir que, là où

l'azote assimilable manque dans le sol, l'azote à l'état libre dans l'atmosphère ne saurait le remplacer.

» Voici maintenant la composition, rapportée à 1 litre, de l'eau du Nil aux différentes phases de sa crue. Cette eau a été prise en amont du village Samanoud, au milieu du fleuve, le vase plongeant à $0^m,15$ sous l'eau. Le Nil avait la couleur verte; crue : $0^m,42$.

Date de la prise de l'eau.	Limon ou parties insolubles. (Desséché à l'air.)	Sels solubles (1).	Ammoniaque.	Acide nitrique.
4 Juillet.........	gr 0,025	gr 0,200	gr 0,0012	Indéterminé.
21 Juillet..........	0,200	Indéterminé.	0,0012	Indéterminé.
28 Juillet.........	0,450	0,260	Indéterminé.	Indéterminé.
4 Août? (2)......	0,651	0,250	0,00034	Indéterminé.
11 Août?..........	0,908	0,283	0,00024	gr 0,00243
18 Août?..........	0,912	0,200	0,00007	0,00279
25 Août?..........	0,915	0,223	0,00010	0,00280
1er Septembre?.....	0,918	0,217	0,00010	0,00240
8 Septembre?.....	1,083	0,217	0,00058	

» En admettant, avec le Maréchal duc de Raguse, que le Nil laisse couler dans les basses eaux, en vingt-quatre heures, 150 566 391 mètres cubes, on voit, d'après la teneur en ammoniaque de l'eau prise au commencement de la crue, le 4 juillet, que le fleuve porterait chaque semaine à la Méditerranée près de 6 000 000 de kilogrammes d'ammoniaque, c'est-à-dire, en azote, la valeur d'environ un million de sacs de blé d'Égypte. »

HISTOIRE NATURELLE. — *Observations faites sur l'incubation des œufs de Gallinacés.* Note de **M. P. Carbonnier**, présentée par M. Coste.

« Depuis seize ans déjà, je suis avec la plus grande attention les phases du développement de l'embryon des œufs de poule, afin de découvrir quelles sont les meilleures conditions pour en favoriser toutes les évolutions, et quel serait l'appareil le mieux approprié à l'incubation artificielle.

---

(1) Les sels solubles sont formés de sulfate et de carbonate de chaux, de chlorure de magnésium, de sels alcalins et ferrugineux et de matières organiques.

(2) Les dates suivies du signe (?) sont supposées. Les étiquettes des flacons qui contenaient ces eaux ayant disparu pendant le transport, on a calculé la date de la prise d'après le poids du limon obtenu, et en admettant, comme M. Baroche avait recommandé de le faire, que chacune des prises a eu lieu à une semaine d'intervalle.

» Les œufs pondus par des oiseaux vivant à l'état sauvage sont doués d'une plus grande vitalité que les œufs provenant d'espèces domestiques.

» Placé dans les meilleures conditions possibles, l'œuf perd, après le trente-deuxième ou trente-cinquième jour de ponte, la faculté de se développer. Les neuf dixièmes des germes meurent avant le vingt-huitième jour.

» La texture de la coquille de l'œuf de la poule élevée en captivité ne possède jamais la même régularité d'épaisseur que la coquille des œufs pondus par des animaux vivant en liberté. Cette observation peut être vérifiée par le mirage. Dans ce cas, pendant l'incubation, l'œuf s'évapore trop par les parties faibles, l'embryon se dessèche, et il périt du quinzième au dix-huitième jour de son développement.

» Plus la teinte de la coque d'un œuf est foncée en couleur, mieux l'incubation s'opère.

» Les poules hollandaises ont les œufs si blancs, que la moindre variation de température fait périr l'embryon.

» Des œufs de perdreaux peuvent, à toutes les époques de l'incubation, subir un refroidissement de vingt-quatre heures sans que l'embryon en souffre sensiblement. Les œufs de poules communes meurent en moins de quatre heures dans le même cas, les canards en douze heures, les poules cochinchinoises en six heures.

» Dans une couvée, composée d'œufs de perdreaux, faisans, canards et variétés de poules, plus l'œuf est coloré en teinte foncée et se rapproche de l'état sauvage, mieux il résistera aux causes nuisibles à l'incubation. Les embryons de poules domestiques périront les premiers, ceux de canards ou de faisans ensuite, et si ces causes pernicieuses persistent, les perdreaux mourront toujours les derniers.

» La température de l'incubation étant de 41 degrés, les œufs de poules communes mettent pour éclore vingt-un à vingt-deux jours. Pendant les premiers sept jours, l'embryon peut supporter, durant une heure ou deux, des variations de température de 5 degrés en plus ou en moins. La deuxième semaine, ces variations ne peuvent s'étendre au delà de 3 degrés en dessus ou en dessous des 41 degrés. A la troisième période, il suffit de 44 degrés durant une heure pour tuer le poussin, mais aussi il peut sans danger résister pendant quatre heures à un abaissement de 15 degrés.

» Il résulte de ces expériences que, tant que l'embryon est peu développé, il peut supporter d'assez grandes variations de température, tandis que plus tard, quelques degrés en plus des conditions normales le font périr;

mais aussi, comme cet embryon possède alors une chaleur qui lui est propre, résultant de son plus grand développement, il peut résister à des refroidissements plus forts et plus prolongés qu'à tout autre moment.

» Si du sixième au douzième jour d'incubation l'on touche l'œuf avec les mains froides, on peut tuer l'embryon; dans ce cas, l'organe respiratoire qui tapisse l'intérieur de la coquille se trouve comme paralysé et cesse ses fonctions si ce contact a quelque durée.

» Des œufs couvés la première semaine sous des poules, et mis ensuite dans un incubateur artificiel, se développent d'une manière parfaite et régulière; ils sont aptes à supporter sans accident tous les degrés de température extrême indiqués plus haut. On dirait que, par son action, la poule communique aux embryons une vitalité plus grande.

» Si en Égypte l'incubation artificielle réussit mieux qu'en France, c'est que la température propre à l'incubation n'est pas aussi éloignée de celle de l'atmosphère que dans nos climats tempérés. Tandis qu'en France il nous faut 22 à 28 degrés de chaleur artificielle, en Égypte 8 ou 10 suffisent.

» Sous le climat de Paris, l'incubation artificielle s'effectue dans d'excellentes conditions quand, dans un milieu marquant une température de 41 degrés on entretient un degré hygrométrique égal à celui de l'air extérieur. »

EMBRYOLOGIE. — *Observations relatives à une Note récente de* M. Gerbe, *sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines.* Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans un travail de M. Gerbe, présenté à l'Académie le 22 février dernier, sous le titre de : *Recherches sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines*, l'auteur avance que la vésicule que j'ai dit exister simultanément avec la vésicule dite *germinative* ou de *Purkinje* dans l'œuf d'un grand nombre d'animaux, et à laquelle j'attribue un rôle prépondérant dans la formation du germe, avait déjà été signalée par MM. de Siebold, de Wittich et V. Carus, dans l'œuf primitif de l'Araignée domestique, et qu'elle avait également déjà été figurée, en 1847, par M. Coste, dans celui de l'Oiseau, immédiatement au-dessous de la vésicule qui forme le centre de la cicatricule.

» L'Académie, qui, en 1864, a bien voulu m'accorder, après un Rapport favorable de M. Coste, un de ses prix de Physiologie expérimentale pour la découverte du corps dont il est question dans la Note de M. Gerbe,

comprendra qu'il m'est impossible de laisser passer, sans relever ce qu'elle renferme d'inexact, une pareille assertion, qui tend à m'enlever les titres que je croyais avoir à la première démonstration de ce nouvel élément de l'œuf. Dans leurs Rapports au Ministre de l'Instruction publique sur les progrès récents des sciences zoologiques et physiologiques en France, MM. Milne Edwards et Claude Bernard n'ont fait aucune difficulté pour me reconnaître comme l'auteur de cette découverte, et le premier de ces savants a même bien voulu attacher mon nom à l'élément nouveau de l'œuf ovarien des animaux. J'ajouterai qu'un des savants de l'Allemagne qui ont le plus d'autorité dans les questions d'anatomie microscopique, M. Koelliker, de Würzbourg, que j'ai entretenu de mes recherches, et qui a vu mes dessins représentant le nouvel élément chez un grand nombre d'espèces animales, a également reconnu leur nouveauté et leur importance au double point de vue de l'ovogénie et de l'embryologie.

» Dans mon Mémoire couronné par l'Académie, dont un extrait a paru dans ses *Comptes rendus*, je me suis déjà expliqué au sujet des observations des auteurs allemands cités par M. Gerbe, et je crois inutile d'y revenir ici. Je me contenterai de rappeler que, en Allemagne même, la signification du corps (1) qu'ils auraient aperçu dans l'œuf de l'Araignée était encore tellement environnée d'obscurité, que, dans son *Traité d'histologie comparée*, publié plusieurs années après, l'éminent professeur de Tubingue, M. Legdig, n'hésita pas à déclarer que ses fonctions étaient encore complétement inconnues.

» Quant à l'assertion de M. Gerbe, que M. Coste aurait déjà reconnu, dès 1847, la présence de la seconde vésicule dans l'ovule primitif de l'Oiseau, où elle coexisterait avec la vésicule germinative, on trouve bien, dans les planches de l'ouvrage de M. Coste intitulé *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, la figure grossie d'un ovule extrait de l'ovaire de la Poule (*Pl. II, fig.* 2), qui montre, vers le centre du vitellus, non loin de la vésicule germinative, une petite tache à contour mal défini, à peu près ronde, et un peu plus claire que l'espace qui l'environne; mais j'avoue qu'il faut beaucoup de bonne volonté pour voir dans cette tache quelque chose qui ressemble à une vésicule. D'ailleurs, si l'on consulte l'explication de la figure, voici ce qu'on lit au sujet de ce détail : « On re-

(1) Et non de la *vésicule*, comme le dit à tort M. Gerbe, aucun des auteurs précédents n'ayant reconnu ce caractère au corps qu'ils avaient observé et qu'ils se contentent de désigner sous le nom vague de *noyau vitellin* (DOTTREKERN).

» marque, au-dessous de la vésicule germinative, un espace transparent, » à peu près circulaire, espace que l'on pourrait peut-être considérer » comme l'origine du canal central de l'œuf mûr. » Ces mots réduisent donc à néant la tentative de revendication que M. Gerbe fait aujourd'hui en faveur de M. Coste. Je suis d'autant plus surpris d'être obligé de repousser ici son allégation, que M. Gerbe assistait à toutes les séances de la Commission académique chargée d'examiner mon travail, et que toutes mes préparations démontrant le nouvel élément de l'œuf ont passé sous ses yeux. Aucune voix ne s'est élevée alors au sein de la Commission pour revendiquer la priorité de cette découverte, et, pour achever d'édifier M. Gerbe sur la réalité de mes titres, je lui opposerai M. Coste lui-même, en le renvoyant au Rapport que l'éminent professeur d'Embryologie comparée au Collége de France a fait à l'Académie sur mon travail, présenté au Concours des prix de 1864.

» Quant aux observations relatées dans la Note de M. Gerbe, concernant l'indépendance originelle de l'élément germinatif et de l'élément nutritif dans l'œuf ovarien des Sacculines, elles sont une heureuse justification de ces paroles du Rapport de M. Coste : que mes recherches ovogéniques ouvraient la voie à des études qui permettent de pénétrer plus avant vers l'origine des êtres vivants. M. Gerbe a confirmé pour les Crustacés ce que j'avais établi depuis longtemps pour d'autres Articulés, comme on peut s'en convaincre par le passage suivant de mon Mémoire communiqué à l'Académie en 1864 :

« Il résulte de ce qui précède que dans l'œuf des Myriapodes et des » autres animaux où ce corps est construit sur le même type, c'est-à-dire » composé d'une partie germinative fondamentale et d'une partie nutri- » tive, chacune de ces parties se constitue isolément et pour son propre » compte. Jamais leurs éléments ne sont primitivement confondus pour ne » se séparer qu'au moment de la maturité, ou même seulement après la » fécondation. Cette séparation est primordiale et remonte aux premiers » états de l'ovule, c'est-à-dire au moment même où ses éléments commen- » cent à se différencier physiologiquement. De même que, dans l'ovule » végétal, la vésicule embryonnaire reste à toutes les périodes de son déve- » loppement entièrement distincte de l'endosperme, de même aussi, dans » l'œuf des animaux, le germe, qui a également ici la constitution d'une » cellule, demeure constamment indépendant du jaune ou vitellus nu- » tritif. »

» Cependant les observations de M. Gerbe diffèrent des miennes sur un

point essentiel. D'après lui, ce ne serait pas, comme je l'avais annoncé, la vésicule plus récemment découverte qui occuperait le centre de l'élément germinatif, ce qui avait motivé le nom de *vésicule embryogène* qui lui a été donné par M. Milne Edwards (1) à la suite de mes observations, mais l'autre, plus anciennement connue sous le nom de *vésicule germinative;* et il pense, en conséquence, qu'il faut lui conserver cette dernière dénomination. Mais il résulte de la propre description de M. Gerbe que, chez les Sacculines, ces deux éléments primordiaux existent toujours simultanément, et présentent des caractères presque complétement identiques ; je lui demanderai donc comment il réussit à les distinguer l'un de l'autre et à reconnaître que c'est l'élément placé au foyer germinatif qui correspond à la vésicule germinative des autres espèces animales. Pour se former une idée exacte du rôle dévolu à chacune des deux vésicules primitives, il faut les observer chez les animaux où elles présentent des caractères extérieurs très-tranchés, qui permettent de les distinguer facilement à toutes les périodes de l'évolution génétique de l'œuf. C'est par des observations faites dans de semblables conditions que j'ai été conduit à considérer la vésicule germinative comme le centre nutritif éphémère de l'œuf, et la vésicule embryogène comme le centre plastique persistant. Je maintiens donc, comme parfaitement approprié au rôle qu'il joue dans les phénomènes ovogéniques, le nom donné par M. Milne Edwards à ce dernier élément.

» Je saisis cette occasion pour annoncer à l'Académie que, depuis mes premières communications sur ce sujet, j'ai reconnu l'existence de ce corps chez l'espèce humaine elle-même (2), et j'espère en outre lui faire connaître bientôt de nouveaux faits concernant la présence d'un élément homologue dans la cellule séminale, dite aussi *ovule mâle* par quelques anatomistes, ainsi que son rôle dans la formation du filament spermatique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les bœufs dits* Niata *de l'Amérique méridionale.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'existence d'une race de bœufs appelés *niata* ou *niassa*, dans l'Amérique méridionale, a été affirmée par quelques naturalistes qui l'ont considérée comme ayant une origine tératologique, et contestée par d'autres;

(1) *Rapport sur les progrès récents des sciences zoologiques en France,* par M. Milne Edwards, 1867, p. 80.

(2) Frey, *Traité d'histologie et d'histochimie,* traduction française annotée, par le Dr Ranvier, 1868, p. 183.

en sorte qu'il était permis et même commandé de conserver des doutes sur un fait qui ne se présentait point avec des caractères scientifiques. Pourtant une description, donnée par M. Owen, d'un crâne recueilli par M. Darwin et conservé au Musée du Collége des Chirurgiens de Londres, aurait pu établir une forte présomption en faveur de la solution affirmative de la question, s'il avait été prouvé que ce crâne ne provenait point d'une anomalie purement individuelle. L'individu, en effet, ne suffit pas pour affirmer la race, qui comporte nécessairement plusieurs familles se reproduisant suivant un type déterminé.

» Les doutes de ce genre appellent de nouvelles recherches. Désirant, pour mon compte, arriver à une solution sur ce sujet qui concerne mes études habituelles, je me suis mis à l'œuvre et j'ai fini par apprendre qu'il existait en réalité au Mexique des troupeaux entiers des animaux dont il s'agit. Ils y sont appelés *Tchata* (Chata), ce qui, dans la langue du pays, signifie *camard* ou *camus*. Grâce au concours amical de M. Jules Laverrière, ancien Directeur de l'École d'Agriculture de Mexico, et après bien des démarches et une longue attente, je suis parvenu à me procurer des photographies exécutées au Mexique d'après mes indications. Je les mets sous les yeux de l'Académie. Elles représentent, de face et de profil, une vache du type *niata* ou *tchata*, des environs de Mexico, photographiée vivante, de telle sorte qu'on y peut facilement étudier ses caractères extérieurs.

» On y remarquera d'abord l'absence des cornes frontales et la forte saillie du chignon, correspondant à la protubérance occipito-frontale du crâne, la grande largeur relative du frontal et la brièveté exceptionnelle du reste de la face, dont la ligne nasale, rentrante à la manière de celle du chien-dogue, se termine par un mufle très-large, mais ne présentant d'ailleurs rien d'anormal. Contrairement à ce qui avait été induit d'après la description crâniologique de M. Owen, les lèvres s'affleurent parfaitement et tiennent la bouche fermée. Les ouvertures nasales, bien qu'un peu relevées, ne sont point non plus situées dans une direction verticale, comme on l'avait dit.

» Le seul caractère particulier à ce type, dont l'existence ne peut plus être maintenant douteuse, est donc l'excessive brièveté de la face, due à la brièveté même des os propres du nez. Rien n'autorise à ne point le considérer comme naturel, au même titre que tous les autres, dont l'origine nous est également inconnue ; et j'ajouterai en terminant, à cette occasion, qu'il y a des différences de la plus grande importance entre les connexions osseuses de son crâne, tel qu'il a été décrit par M. Owen, et celles du crâne tératologique auquel on a voulu le comparer. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence des trachées dans la tige des Fougères.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Duchartre.

« Dans un travail de M. Trécul, inséré au dernier numéro des *Comptes rendus*, on lit (p. 521), les phrases suivantes :

« Les Fougères ont été regardées jusque dans ces derniers temps comme » privées de trachées. L'an dernier encore, MM. Decaisne et Lemaout, dans » leur *Traité général de Botanique, etc.*, Paris, 1868, p. 654, n'y ont indi- » qué que des vaisseaux annulaires et rayés. Pourtant, en 1865, M. Mette- » nius avait signalé des cellules à spirales déroulables à la face externe des » faisceaux de la tige des Hyménophyllacées..... J'ai trouvé des trachées » dans toutes les Fougères que j'ai examinées, au moins dans la fronde. »

» Je crois devoir rappeler que, le 30 juillet 1859, j'ai présenté, à la Société Philomathique, un travail où se trouve démontrée l'existence de vraies trachées déroulables dans les frondes des Fougères (*Polypodium*, *Pteris*, *Adiantum*, *Asplenium*, *Dicksonia*, etc.); elles semblent même exister seules, disais-je, au sommet de la fronde en voie de développement, et occupent, le plus souvent, les parties centrales, faisceaux vasculaires (journal *l'Institut*, n° 1337). Ces conclusions se trouvent reproduites dans l'ouvrage classique de M. Duchartre (*Éléments de Botanique*, Paris, 1866, p. 188).

» La grande autorité qui s'attache aux travaux de M. Trécul dans le domaine de l'anatomie végétale m'a déterminé à présenter à l'Académie cette petite réclamation. »

COSMOLOGIE. — *Fer météorique récemment découvert au Wisconsin, et description de nouvelles figures qu'il présente.* Note de **M. Lawrence Smith**, présentée par M. Daubrée.

« Cette météorite a été apportée, à ma connaissance, par M. Lopham (du Wisconsin). Elle aurait été découverte dans la ville de Trenton, Washington-County, et je lui donne le nom de météorite du Wisconsin.

» Jusqu'à présent, quatre fragments ont été découverts, tous appartenant évidemment à la même chute. Ils ont été recueillis dans un espace de dix à douze mètres carrés, très-près de la ligne nord, du 40e *acre-lot* de Louis Kolb, par 43° 21′ de latitude nord, et 88° 8′ de longitude à l'ouest de Greenwich, à 30 milles environ de Milwankee. Ces fers gisaient si près de la surface du sol, qu'on les retourna avec la charrue.

» Les poids respectifs des fers du Wisconsin sont soixante-deux, seize,

dix et huit livres. Ils présentent, comme d'habitude, une surface irrégulière et grêlée. Le plus gros a 14 pouces de long, 8 pouces de large et 4 pouces d'épaisseur. Sa densité est égale à 7,82, et voici sa composition :

Fer	91,03
Nickel	7,20
Cobalt	0,53
Phosphore	0,14
Cuivre	traces.
Résidu insoluble	0,45
	99,35

» Une surface polie, soumise à l'action d'un acide, donne des figures de Widmanstætten, très-nettement dessinées. On y voit, en outre, une particularité, sans doute commune à d'autres fers, mais qui, si je ne me trompe, a échappé jusqu'à présent à l'attention. Il s'agit de dessins nouveaux, qui me furent signalés d'abord par M. Lopham. Il les remarqua sur une plaque de la météorite que je lui avais envoyée après l'avoir gravée, et je pense que ces figures peuvent être distinguées du réseau habituel de Widmanstætten, sous le nom de Lopham (*Lophamite markings*) (1).

» Les lames qui dessinent les figures de Widmanstætten sont d'un brillant métallique avec les extrémités et les bords convexes. Les nouvelles figures sont au contraire foncées, d'ordinaire plus petites que les précédentes, et présentent des bords et des extrémités concaves.

» Un verre grossissant montre, sur les figures de Lopham, des stries perpendiculaires à leurs bords. Lorsque la figure est à peu près carrée, les lignes dont il s'agit s'étendent de chaque côté au côté opposé; mais, quand la figure est plus allongée, ces lignes sont exclusivement parallèles à la plus grande longueur. Dans ce dernier cas, les lignes sont tout à fait irrégulières et présentent une ressemblance frappante avec des fibres.

» La nature de ces figures sombres est facile à comprendre : elles indiquent les axes de petits cristaux prismatiques, qui tendent à se placer normalement à la surface de refroidissement. »

M. Lavaud de Lestrade adresse, de Montferrand (Puy-de-Dôme), une Note concernant les « Phénomènes optiques que produit un tube de Geissler tournant sur lui-même. » L'auteur explique, par l'intermittence

(1) Une figure jointe à la Note représente le dessin, à une échelle un peu agrandie.

des courants induits auxquels est due la lumière dans ces appareils, le phénomène connu de la discontinuité des apparences lumineuses; il indique l'application qu'on en pourrait faire à une sorte de télégraphe lumineux, dans lequel les divers signaux se distingueraient les uns des autres par le nombre des rayons de l'espèce d'étoile formée : l'appareil pourrait également servir à constater le synchronisme de deux mouvements de rotation, même à distance.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Documenti... *Documents concernant la date de quelques découvertes modernes de l'électricité appliquée; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Dell... *De l'importance d'un eclipsiostat pour l'étude comparative de l'atmosphère lumineuse, etc.; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Analogia... *Analogie de quelques phénomènes observés par le professeur* ZANTEDESCHI *pendant l'éclipse du* 8 *juillet* 1842, *et des phénomènes observés par* M. JANSSEN *et le* P. SECCHI, *des protubérances solaires en* 1868. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Sul... *Sur le télégraphe électromagnétique, etc.; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Leggi... *Loi du climat de Padoue déduite des observations météorologiques, de* 1725 *à* 1860; *par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Brescia, 1869; br. in-8°.

Aforismi... *Aphorismes sur la guérison des blessures par armes à feu; par* M. A. DE VITA. Milan, 1867; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Meteorologische... *Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Zurich, mars, avril, mai* 1868. 3 broch. in-4°.

Brief... *Lettre du Baron* Carl. D'ESTORFF au professeur E. DESOR. Zurich, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Bibliothèque des sciences naturelles. Anatomie microscopique des tissus et des sécrétions (anatomie et physiologie comparées); par M. Ch. ROBIN. Paris, 1869; in-8°.

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. — Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1867. Paris, 1868; in-folio.

Élévation d'eau. Alimentation des villes et distribution de force à domicile; par M. L.-D. GIRARD, *Barrages. Création de force motrice et navigation. Utilisation des fleuves,* n° 2. Paris, 1869; in-4° avec 6 planches in-folio. (Présenté par M. Combes.)

Mémoires de MM. Crace-Calvert et Richard Johnson, traduction de M. Ch. THIERRY-MIEG fils. Paris, sans date; in-4°. (Extrait du *Moniteur Scientifique* de M. *Quesneville*, 1862-1863.)

Souvenirs d'une exploration scientifique dans le nord de l'Afrique. — IV. *Histoire des monuments mégalithiques de Roknia près d'Hammam-Meskhoutin; par* M. J.-R. BOURGUIGNAT. Paris, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Actualités scientifiques. — Science anglaise. Son bilan au mois d'août 1868. *Réunion à Norwich de l'Assocation britannique pour l'avancement des sciences; par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-12.

Les derniers progrès de la science; par M. R. RADAU. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. Jamin.)

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 28e série. Paris, 1869; in-8° avec figures.

Étude psychologique et philosophique sur l'imagination; par M. le Dr FOURNET. Paris, 1869; br. in-8°.

Instruction sur la recherche des poisons et la détermination des taches de sang dans les expertises chimico-légales; par M. le Dr J. OTTO, avec la collaboration du Dr R. OTTO. Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, sur la troisième édition allemande par M. G.-E. STROHL. Paris, 1869; in-8°.

Cochinchine française et royaume de Cambodge; par M. Ch. LEMIRE. Paris, 1869; in-8°. (Cet ouvrage sera transmis à la Section de Géographie et Navigation.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1869, 35e année. Bruxelles, 1869; in-12.

Observations des phénomènes périodiques pendant les années 1865 *et* 1866. (Extrait du tome XXXVII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Annales météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées, aux frais de l'État, par le Directeur M. Ad. QUETELET. Bruxelles, 1868; in-4°.

Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. II, 1re et 2e parties. Bruxelles, 1868; 2 fascicules in-8°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. XXXVII. Bruxelles, 1869; in-4° avec planches.

Physique sociale ou Essai sur le développement des facultés de l'homme; par M. Ad. QUETELET; t. Ier. Bruxelles, 1869; in-8°.

Note sur les étoiles filantes du mois de novembre 1868; *par* M. Ad. QUETELET. Bruxelles, 1868; br. in-8°

Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août 1867 *et sur les orages observés en Belgique pendant l'été de* 1867; *communications recueillies par* M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Progrès des travaux statistiques; par M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 1er mars 1869.)

Page 531, lignes 18 et 19, *au lieu de* l'appareil dont il a déjà plusieurs fois été question dans les séances de l'Académie, *lisez* l'appareil qui a été l'objet d'un Rapport à l'Institut, le 18 janvier dernier.